О. 32453.

Проф. В. К. ЛЕБЕДИНСКИЙ

ИЗОБРЕТЕНИЕ БЕСПРОВОЛОЧНОГО ТЕЛЕГРАФА

(1895)

А. С. ПОПОВ

Из-во МГСПС „ТРУД и КНИГА“
Москва — 1925

Проф. В. К. ЛЕБЕДИНСКИЙ

1.32453.
92 [Попов]

ИЗОБРЕТЕНИЕ
БЕСПРОВОЛОЧНОГО ТЕЛЕГРАФА
(1895)

Уральская областная
ООО
БИБЛИОТЕКА
ООО
Фундаментальная

А. С. ПОПОВ

ПР 42
Проверено 1935 г.
Проверено 1936 г.

Из-во МГСПС „Труд и Книга“
Москва—1925

Пр. 1940

Мосгублит № 19948. Тираж 1.500 экз.

Тип. Из-ва МГСПС „Труд и Книга". Б. Якиманка, д. № 32.

От автора

В настоящем очерке автор излагает, как подготовлялся в ходе развития человеческого знания замечательнейший современный технический двигатель жизни РАДИОПЕРЕДАЧА и каким длительным путем произошло, что А. С. ПОПОВ изобрел ту первоначальную форму радиопередачи, которая носит название телеграфия без проводов.

Александр Степанович
ПОПОВ
Изобретатель беспроволочного телеграфа
1859 — 1905.

История радиотелеграфа.—Радио интересует и волнует широчайшие массы населения всех стран. У нас, как раз в настоящее время, с запозданием на год или на два, на три года относительно Германии, Франции, Англии и особенно Америки, радиолюбительство разливается широкою волною, захватывая все, даже самые отдаленные, уголки территории Союза.

Действительно, трудно удержаться от попытки соорудить антенну и устроить приемник; кругом летят телеграммы, слова человеческой речи и звуки музыки, со всех мест земного шара летят сами собою, без „передачи“ каким-нибудь телом, без проводов, и ты их не слышишь, не улавливаешь, пока не поставил радиоприемника, т.-е. пока не стал радиолюбителем.

Всего несколько лет тому назад ничего этого не было. Переговаривались между собою только радиостанции в тех случаях, когда необходима была радиосвязь в целях военных, политических или коммерческих. На два десятка лет раньше и для исключительных случаев надобности и на небольшие расстояния, даже с громоздкими устройствами, хорошая, уверенная радиосвязь удавалась не всегда, а тридцать лет тому назад это все было вообще совершенно неизвестно. Не было известно никому, кроме одного человека, изобретателя беспроволочного телеграфа, Александра Степановича Попова.

История этого изобретения очень поучительна. Мысль, ведущая к нему, накоплялась с давних пор. В это время искусство наблюдать явления природы становилось все более утонченным; наконец, оно так усовершенствовалось, что стали уже подмечать явления, предсказываемые тою великою мыслью. И когда с этими явлениями достаточно близко ознакомились, когда стало возможным управлять ими, вызывать и прекращать их по желанию, ослаблять и усиливать, тогда эти явления можно было ввести в жизнь, и началась радиотехника.

Великая научная мысль получила жизненное применение. Это применение сначала было робким и соответствовало лишь малой доле того, о чем говорила мысль; техника нащупывала свои пути. Но затем она развернулась и так быстро идет теперь по своей широкой дороге, особенно когда к ее основным руководителям примкнули миллионы радиолюбителей, что сама та мысль уже отстает и лишь с затруднением схватывает, к чему приведет этот безостановочный прогресс радиотехники.

Итак, по трем ступенькам поднялись мы. Сперва—научная, отвлеченная, теоретическая мысль; затем—обращение к природе, подыскивание, нет ли в ней явлений, подтверждающих эту мысль, и обучение тому, как они происходят; и в-третьих, техника, т.-е. действие, выход из пассивного состояния и быстрый ход вперед, окрыляемый успехами, пользою для жизни.

Такого резкого примера на все эти три ступени, какой дает история радиотехники, нет ни в какой другой области техники. Поэтому-то история изобретения телеграфа без проводов особенно поучительна.

Проволочный телеграф.—Мы говорим об изобретении беспроволочного телеграфа, потому что радиотехника началась именно с телеграфа, называемого теперь радиотелеграфом.

И вся мощная современная электротехника, пользующаяся проводами, дающая электрическое освещение, электрические трамваи, электрические приводы для всевозможных станков на заводах, электрические отопление и вентиляцию, электрическую очистку металлов из руд и другие продукты электрохимического производства,—все это применение электричества, которым мы окружены на улицах, на заводах и дома, все это началось тоже с телеграфа, только проволочного.

Изобретатель беспроволочного телеграфа воспользовался тем, что представляет собою телеграф проволочный в его простейшем виде, и вдохнул в него новую мысль. Поэтому нам необходимо познакомиться в общих чертах с действием проволочного телеграфа. Это применение электричества очень просто для понимания.

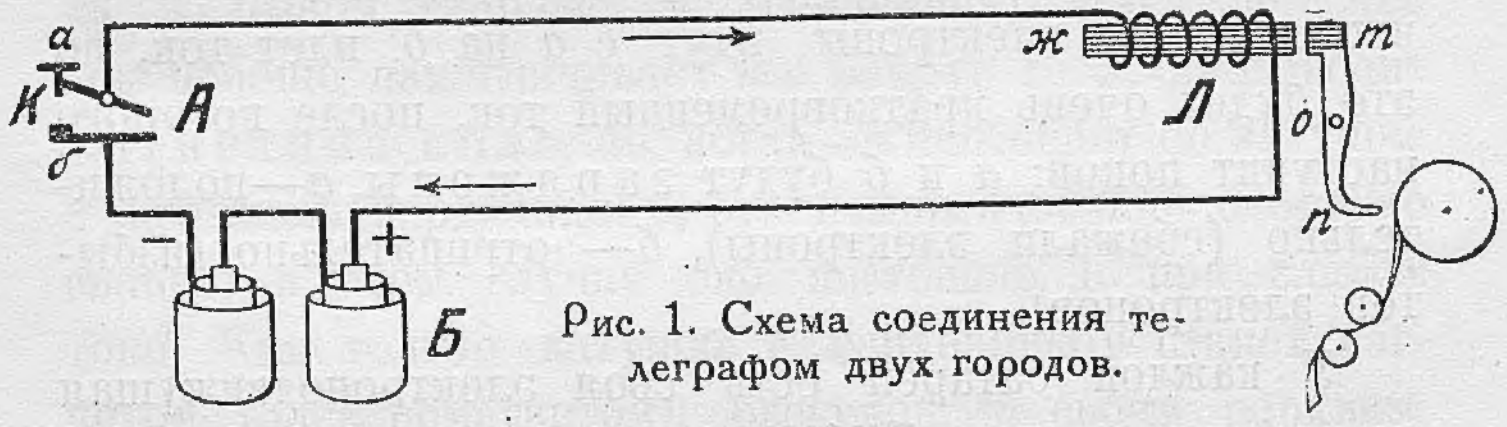

Рис. 1. Схема соединения телеграфом двух городов.

Если два города, напр., *А* и *Л* (рис. 1) соединены телеграфом, это значит, что между ними протянуты электрические провода, например, железные проволоки, по которым можно пускать электрический ток. Для на-

чала об'яснения предположим два провода; в них включена батарея *Б*. На одном конце такой л и н и и имеется ключ *К*, которым можно замыкать или размыкать всю линию. Этот ключ должен быть единственным местом размыкания; по всей остальной своей длине линия не должна нигде прерываться; она должна представлять собою сплошной, непрерывный проводник. В этом направлении о ней нужно постоянно заботиться.

Как только мы замкнем ключ *К*, т.-е. *а* прикоснется к *б*, пойдет ток; это—дело батареи *Б*; если бы ее не было, то, конечно, не пошло бы никакого тока. Она дает ток, прогоняет по всей линии электроны, пока только вся *цепь БКАЛБ* замкнута. Электроны выходят из одного конца батареи, напр., левого, и, пробегая по линии, как указано стрелками, справа вступают обратно в батарею. Для того линия и должна быть замкнута, чтобы совершалось такое круговращение электронов.

Если ключ *К* разомкнут, батарея гонит электроны с *а* на *б*, но лишь в некотором определенном количестве; пока электроны идут с *а* на *б*, идет ток, но это будет очень кратковременный ток, после которого наступит покой; *а* и *б* будут з а р я ж е н ы, *а*—положительно (сбежали электроны), *б*— отрицательно (избыток электронов).

У каждой батареи есть своя электродвижущая сила (или коротко: ЭДС), от которой и зависит, сколько электронов при р а з о м к н у т о й цепи сместится с *а* на *б* при данном устройстве этого места размыкания; той же ЭДС определяется и тот постоянный ток,

который идет, когда ключ замкнут, т.-е. ЭДС определяет, сколько электронов будет пробегать по данной линии, когда она замкнута, за каждую секунду.

Если батарея начнет слабее действовать, ток тотчас же уменьшится, если линия замкнута; а в разомкнутой линии часть электронов с *б* немедленно возвратится на *а*; заряды на *а* и *б* уменьшатся.

Батарея не только движет электроны, но выпускает их с известной энергией, с известной способностью к работе. Пробежав по всей линии, электроны растратят свою энергию, совершат работу и потому возвращаются в батарею, уже лишенные энергии.

Электроны могут совершать разнообразные работы. Прежде всего они **нагревают** тот провод, по которому проходят. Но, кроме того, они могут совершать **механическую работу**, передвигать предметы. На втором конце телеграфной линии (*Л* на рис. 1), на **приемной станции**, их именно и заставляют это делать. Для этого здесь провод свивается спиралью на железном стержне *Ж* (сердечник). Электрический ток вообще намагничивает все вокруг себя, производит **магнитное поле**, но, когда он протекает по катушке с железным сердечником, это намагничивание особенно сильно; в этом случае оно явственно и при слабом токе. Как только катушка с сердечником станет магнитом (электромагнитом), рычажек *т* своим верхним, тоже железным концом, притянется к ней, потому что железо притягивается к магниту; при этом он повернется вокруг оси *О*. В это время нижний конец *п* нажмет на бумажную ленту, которая особым часовым

механизмом непрерывно прокатывается мимо *n*; и пока он нажал, он будет чертить на бумаге черту. Как только ток прекратится, катушка перестанет быть магнитом, *m* отскочит направо и *n* перестанет проводить черту на бумаге.

Эта черта и есть сигнал, передаваемый из *А* в *Б* электромагнитным телеграфом; помощью ее эти места оказываются связанными, они находятся в общении. Легко устроить так, чтобы и на станции *Л* был помещен ключ, а на станции *А*, кроме ее ключа—также и приемник, печатающий черту. Тогда каждая из станций может быть и приемной и отправительной. Оба города *А* и *Л*, связанные телеграфной линией, будут жить общею жизнью; каждый будет узнавать очень быстро, что происходит в другом.

Конечно, сообщение сведений, касающихся самых разнообразных дел, может быть передано только словами, состоящими из букв. При первых попытках телеграфа между станциями проводили столько проводов, сколько букв в человеческом языке (ок. 30); пуская ток в тот или иной провод, указывали этим, какая передается буква. Но тут выходило слишком много проводов. Морзе в 1837 г. замечательно остроумно придумал способ передавать все буквы, знаки препинания и цифры по одной и той же линии помощью длинных и коротких черт—тире и точек, т.-е. более продолжительных (ок. $^3/_{10}$ секунды) и менее продолжительных (ок. $^1/_{10}$ секунды) замыканий ключа. Эта азбука Морзе и до сих пор находится во всеобщем употреблении. В ней „*а*“ обозначается так: ·—, „*б*“ —···· и т. д.

Месяца в 3—4 можно так освоиться с этою азбукою и наловчиться в должном порядке нажимать ключ коротко или продолжительно, чтобы передавать по 100 букв (ок. 20 слов) в минуту. Особенно искусные телеграфисты могут передавать до 120 букв в минуту. Изобретены способы быстродействующей телеграфии; при этих способах ключ нажимается не пальцем, работа которого не может превзойти некоторую предельную скорость, а механизмом; таким образом доходит до 500—600 букв в минуту и более.

Земля.—При подаче депеш по системе Морзе можно передать какую угодно мысль, пользуясь одною телеграфною линией. Но эта линия теперь почти всегда состоит не из двух проводов, как изображено на рис. 1, а только из одного. Это не значит, что электроны не возвращаются в батарею; они возвращаются, но через землю. Телеграфная проволока на двух своих концах припаивается к большим медным листам, которые погружаются в землю (рис. 2). Вторым проводом служит земля между этими листами. Открытие этой возможности воспользоваться землею, как проводником (Штейнгель, 1838 г.), произошло таким образом: первые телеграфные линии проводились вдоль путей железных дорог, которые тогда только что начали устраиваться; для правильного и безопасного движения поездов особенно необходимо быстрое общение между станционными служащими, поэтому сюда прежде всего старались применить телеграф. Естественно, пришло

в голову воспользоваться рельсами, вдоль которых тянулась телеграфная линия, как одним из ее проводов; оказалось, что это возможно, и притом даже тогда, когда рельсы не соединены между собою в стык, т.-е. представляют собою проводник, разомкнутый во мно-

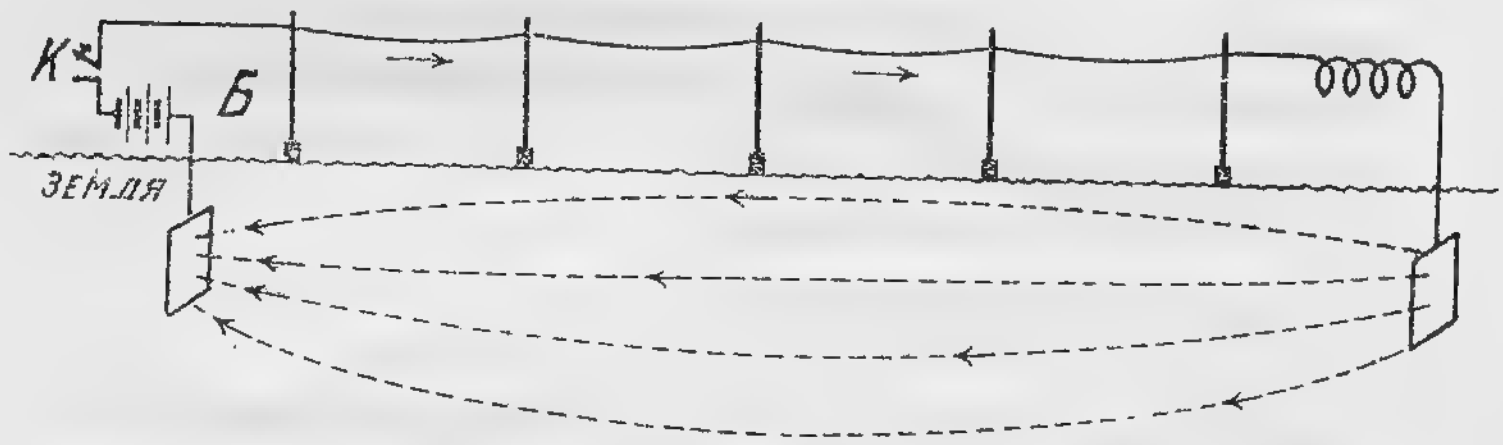

Рис. 2. Телеграфная связь, с использованием земли вместо обратного провода.

жестве мест. Отсюда и возникла мысль, что обратным проводом, замыкающим телеграфную линию в этих опытах, служили не рельсы, но земля, т.-е. что земля может служить проводником.

Ток, идущий между медными листами в земле, избирает себе легчайший путь по мокрым местам, подпочвенным водам, там, где сопротивление ему меньше всего. Он сам найдет себе эти пути; необходимо лишь, чтобы те места, через которые он обязательно должен пройти по расположению приемной и отправительной станции, т.-е. около погруженных в землю пластин, чтобы эти места не представляли большого сопротивления. Лучше всего для этих пластин выбрать место, близкое к грунтовым водам.

При современном протяжении телеграфной сети на земле в 2.000.000 километров ненужность второго провода представляет собою большое сбережение в расходах.

Подсчет работы КПД („коэффициент, полезного действия“).—Всякое явление в природе происходит за счет потраченной на него энергии совершенной работы. Каждый элемент — точка и тире — каждой буквы Морзе требует затраты энергии. Для нас важна работа, затрачиваемая в линии; после нажатия ключа в ней работает батарея, посылая свои готовые к работе электроны. В самое первое мгновение они притягивают рычажок *m* (рис. 1) тем магнитным полем, которое сейчас же возникает, когда электроны задвижутся. Затем ток должен продолжаться, пока на ленте чертится знак, чтобы рычажок не отпал, так как намагничение исчезнет, как только прекратится ток; но знак чертится работою часового механизма на приемной станции, продвигающего ленту против трения со стороны пера *n*. Работа батарей, все время посылающей ток, расходуется бесполезно: этим током нагревается провод и земля, по которым идет ток. За время одной „точки“ эта работа на длинной телеграфной линии равна приблизительно 1 килограммометру*), тогда как работа притягивания стерженька *m* должна быть оценена в $\frac{1}{100}$ этой величины. Полезное действие (КПД) всей установки получается, если мы

*) Ок. $\frac{1}{500}$ большой калории тепла.

разделим эту последнюю работу на ту, которая ее по необходимости сопровождает, и которая, как мы указали, в 100 раз больше. Поэтому КПД равно $\frac{1}{100}$ или 1%.

Для тире этот КПД окажется еще раза в три меньшим, т. к. бесполезное нагревание в три раза продолжительней, а полезная работа батареи—та же самая.

Такой КПД должен быть считаем довольно низким. Хотелось бы, чтобы вся потраченная (100%) энергия шла на пользу, а не сотая или тысячная ее часть. Низкий КПД удорожает телеграфную связь, дорогую еще и потому, что необходима проводка линии на столбах, ремонт ее и обслуживание специально обученными рабочими. Телеграф не может быть общим демократическим средством связи; частные лица пользуются им только в особо важных случаях, когда депеша может произвести другие сбережения, покрывающие плату за бесполезное нагревание проводов. Сообщения о жизни в других местах земли они получают не непосредственно из депеш, идущих от этих мест к ним на дом, но через несколько часов или на другой день или еще позже из газет и писем.

Я, как простой обыватель, так редко получаю телеграмму, как редко происходят в жизни какие-либо чрезвычайные происшествия, и чаще всего—неприятные; поэтому, развертывая листок депеши, я ощущаю болезненное ожидание какого-либо несчастья.

Это все потому, что телеграфная связь очень дорога.

Электротехника сильных токов.—Мы сказали, что телеграф был первым применением электричества к жизни. Лишь через 30 — 40 лет мало-по-малу стали вводиться другие применения электрической энергии. Их КПД, очевидно, гораздо выше, т. к. все мы лично, а не внаглядку, ездим очень часто на трамвае, пользуемся каждый вечер электрическим освещением у себя дома, окружены предметами домашнего обихода, никкелированными посредством электрического тока. Самая маленькая телеграмма в шесть слов стоит столько, сколько проезд 6 — 7 станций трамвая, приводящий к сбережению времени и сил, достаточных на 2—3 рабочих часа. Отчего происходит это повышение КПД, это удешевление передачи энергии электронов?

Всякая электрическая установка в общих чертах представляет собою то же, что и телеграфная линия. Те же две станции: отправительная, или силовая, на которой имеется батарея или другой генератор, дающий ЭДС (электро-движущая сила), и приемная; приемником служит та электрическая лампа, при свете которой я пишу, или тот трамвай, в котором я еду; приемником же был и этот самовар, когда он покрывался никкелем. Силовая станция и приемник соединены также двумя проводами, при чем землю почти никогда не употребляют, как один из них; в трамвае вторым проводом часто служат рельсы, но не иначе, как тщательно соединенные на каждом стыке хорошими проводниками. Здесь токи идут большие, в 10 — 100 тысяч и даже в миллионы раз большие, чем телеграфные токи; пустить такие токи в землю—это

значит подвергнуть разрушению водопровод и другие подземные сооружения, а также потерять задаром большое количество энергии. Казалось бы, что вследствие непременности двух проводов, электротехнические установки должны иметь меньший КПД.

Но все дело в том, что приемники этих электротехнических установок не сигналы получают, а питаются энергией; ток, проходя по лампе, накаливается, непрерывно выделяет в ней тепло, отчего от нее непрерывно идет свет; точно также ток в трамвайном моторе непрерывно вертит его; а когда лампа не светит или мотор трамвая стоит, то и ток в них не идет. В противоположность тому, что мы видели при описании телеграфного сигнала, здесь по приемнику никогда не протекает неработающий ток.

Однако, конечно, и в осветительных или моторных установках КПД не бывает равным 100%; и здесь некоторая энергия бесполезно тратится в проводах, но при тех громадных мощностях, т.-е. громадных работах, которые непрерывно совершаются за каждую секунду, на какие рассчитываются эти установки, экономические соображения позволяют делать провода из меди и очень толстыми; это уменьшает их сопротивление пробегу электронов, уменьшает энергию, которую эти провода отнимают от бегущих электронов; таким образом, эта энергия большею своею частью обращается на полезную работу в приемниках.

Дальность передачи.—Телеграф, как способ быстрого общения между людьми, становится тем более ценным,

чем менее пригодны все другие способы. Телеграф не нужен для жителей одного и того же дома, мало нужен для жителей одного города, нужнее — для связи между разными городами, и тем благодетельнее и незаменимее его работа, чем больше расстояние, на которое он передает известия.

Но, как и следует ожидать, с увеличением расстояния возрастают трудности, враждебные обстоятельства, которые приходится побороть; из них назовем два: с удлинением линии увеличивается ее сопротивление, уменьшается ток и, наконец, становится столь слабым, что не может привести в действие приемный аппарат. До некоторого предела это можно преодолеть увеличением батареи на отправительной станции, повышением ее ЭДС.

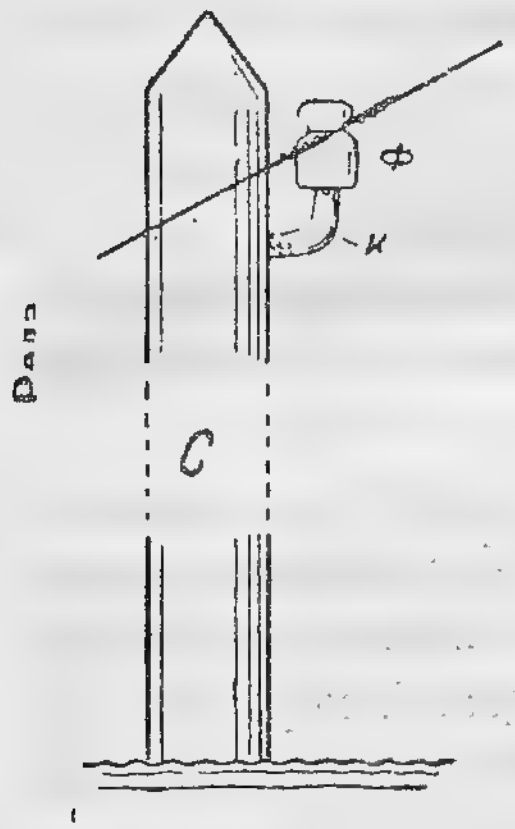

Рис. 3. Телеграфный столб с изолятором.

Вторым мешающим обстоятельством является „утечка“ тока с телеграфного провода в землю через изолятор ϕ (рис. 3), на котором подвешен провод, через крюк K и столб C, который поддерживает провод над землей; в этой утечке тока по каждому столбу сказывается стремление электронов использовать все возможные для них пути в землю, а затем по земле—к тому концу батареи, который соединен с землей. Повышение качества изолятора, употребление для него материалов

с огромным сопротивлением (фарфор) понижает утечку с каждого столба; но с удлинением линии общее число столбов все увеличивается (напр., по 20 на каждый километр), увеличивается и общее число потерянных для полезной работы электронов, и до приемной станции их доходит так мало, что они не в состоянии привести в действие приемный аппарат. До некоторого предела и это побеждается увеличением ЭДС батареи, увеличением общего тока, даваемого ею до такой величины, чтобы та его часть, которая достигает приемника, была достаточной. При этом увеличивается и ток утечки, а значит, и связанная с ним бесполезная трата энергии.

Таким образом, оба препятствия, встающие при удлинении линии, побеждаются увеличением ЭДС, но именно, как мы сказали, лишь до известного предела. В обоих случаях это увеличение, давая возможность провести черту на ленте, все увеличивает бесполезные потери при прохождении тока за время проведения черты. Поэтому для очень больших дальностей передачи применяется другой способ, нашедший себе большое применение в беспроволочном телеграфе с самых первых его дней.

Усиление (реле).—Если на приемную станцию приходит такой слабый ток, что он не может так сильно прижать стерженек *m* (рис. 1), чтобы перо *n* могло начертить явственные знаки, то все же этот ток может произвести хотя бы слабое передвижение рычажка. Пусть требуется лишь продвинуть рычажок *m* (рис. 4),

чтобы он лишь коснулся контакта *A*. Это прикосновение будет сопровождаться совершенно ничтожным надавливанием, но больше ничего и не нужно, если мы хотим таким прикосновением замкнуть цепь так наз. местной батареи *Б*; ее цепь находится на приемной станции, и нетрудно сопротивление этой цепи сделать небольшим; тогда ток от батареи *Б*1 будет совершенно достаточным, чтобы электромагнит *М* подействовал на рычажок приемного аппарата (не изображен на рис. 3). Черта будет получена не от тока, пришедшего с линии, но действием тока гораздо более сильного (в сто и более раз), который идет, однако, только тогда, когда ток идет в линии, ибо без тока в линии нет контакта в *a*; как только прекратится ток в линии, рычажок отскочит, цепь местной батареи разомкнется, и ее ток прекратится.

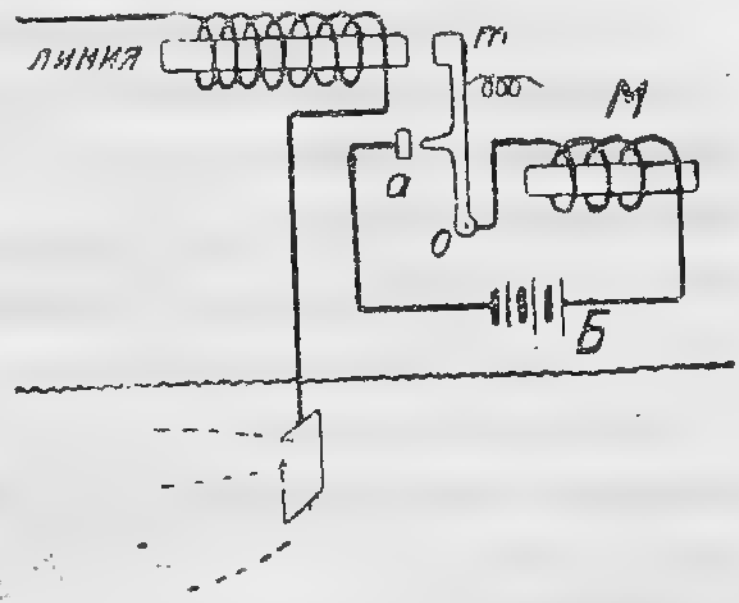

Рис. 4. Схема устройства реле.

Способ этот называется местным у с и л е н и е м; а то приспособление (в нашем простейшем примере—рычажек *m*), которое пускает его в ход, называется р е л е. Если сделать реле чрезвычайно чувствительным, повинующимся необычайно слабым токам, то этим способом можно принимать необычайно слабые сигналы. Но очень трудно обращение с слишком чувствительным реле.

Нередко употребляется способ трансляции: длинная линия обрывается в каком-либо городе, лежащем около ее средины; телеграфист этого города, приняв на реле депешу, прошедшую одну половину линии, немедленно передает ее на другую, помощью второй батареи. Очень длинные линии приходится делить не на два, а на большее число отдельных участков. Трансляция может производиться и автоматически; прибор, принявший слабые токи, претерпевшие большую утечку, автоматически усиливает их местной батареей и передает дальше на такое расстояние, пройдя которое, после всех утечек, ток только что еще способен подействовать на реле следующего участка.

Телеграфия через океаны. Кабель. — Трансляция, соединенная с усилением, представляет собою очень мощное, хотя и сложное, средство побеждать расстояния. Но она неприменима как раз к самым большим дальностям на земле, к телеграфным линиям через Атлантический и Великий океаны, т. к. в этих случаях трансокеанской телеграфии невозможны промежуточные станции.

Кроме того, для этих линий невозможна воздушная проводка на столбах; океанский (и вообще подводный) провод имеет вид кабеля, т.-е. медной жилы, покрытой гуттаперчевой изоляцией, защищенной снаружи железной оболочкой и положенной на дно. Самая прокладка такого кабеля в несколько тысяч километров длиной на глубину до нескольких километров предста-

вляет собою серьезную техническую задачу. Первые кабели разрывались, необходимы были удивительное упорство и помощь лучших специалистов, чтобы, наконец, в 1858 г., через двадцать лет после изобретения телеграфа, стал действовать первый трансатлантический кабель.

В настоящее время океанская кабельная сеть имеет общую длину около 500.000 километров; самый длинный кабель между Ванкувером и о. Фаннинга (Тихий океан) имеет протяжение в 5.500 километров.

Электрические волны в кабеле. — Но трудности трансокеанского телеграфирования не заканчиваются с прокладкой кабеля. Само явление кратковременного электрического тока по медной жиле кабеля очень сложно. Об'яснение его потребовало совместных усилий нескольких гениальных физиков, принимавших участие в знаменитой кабельной комиссии 1858 г.

Комиссия была созвана потому, что к этому времени $^4/_5$ всех проложенных кабелей перестали подавать сигналы; крушение грозило самой идее трансокеанской телеграфии. Мысль о том, что не нужно, в конце концов, никакого кабеля, что не нужны и провода для надземного телеграфа, эта мысль не могла еще появиться; 67 лет тому назад физики еще не были готовы к провозглашению принципа радиотелеграфа и настояли на полной технической возможности пользования кабелем; „если будет обращено внимание на те принципы, которые нами изложены“,—говорится с благородною

гордостью ученых в протоколе комиссии,—„...то это дело станет настолько же успешным, насколько до сих пор было неудачно“.

Однако, именно в работах этой комиссии, как мы теперь понимаем, впервые проглядывала та мысль, которая служит основанием радиотехники.

Кабель, особенно если он длинный, сильно отличается от воздушного провода, протянутого на столбах. Кабель лежит на земле. Расстояние между землею и его медною жилою невелико (несколько сантиметров).

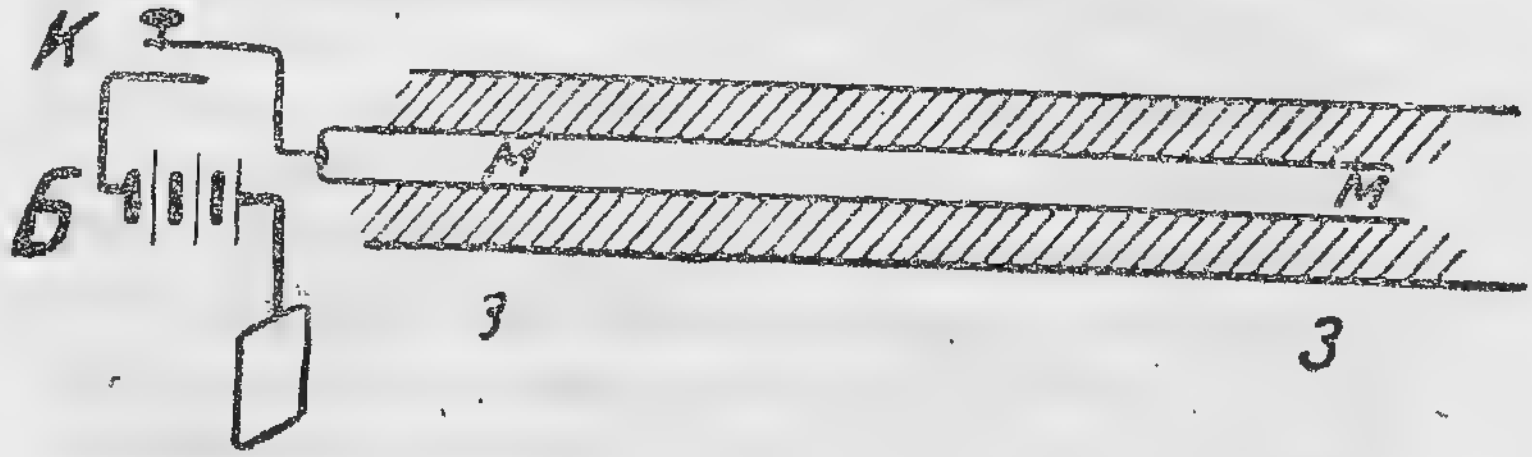

Рис. 5. Схема телеграфирования через кабель.

Пусть на рис. 5 *м—м* обозначает медный провод кабеля, *з-з*—поверхность земли, *Б*—батарею, *К*—ключ. При замыкании ключа мы не должны ожидать сейчас же тока по всему кабелю до того конца его, где находится приемный аппарат. Провод слишком длинен для этого и, кроме того, он слишком близок ко второму проводу—к земле. Для первого мгновения его нужно рассматривать как бы разомкнутым и ждать, согласно сказанного на стр. 8, лишь того, что батарея, приключенная теперь чрез *К*, будет заряжать этот

провод. А вследствие близости провода к земле потребуется много электронов для заряжения каждого участка кабеля. Вспомним, что, относясь к рис. 1 (стр. 7), мы говорили о зарядах лишь точек *а* и *б*; это потому, что они близки друг к другу; в остальных местах воздушной линии провода далеки друг от друга и о необходимости заряжения их не стоит говорить: оно требует сравнительно слишком мало электронов; в этих местах слишком мала емкость, особенно для короткой линии. В кабеле она велика, а в длинном кабеле она громадна, и поэтому на его заряжение и потребуется много электронов.

Сначала они будут собираться в том месте, которое ближе всего к *К*, и заряжать его, в то же время пробивая себе путь дальше.

Именно „пробивая путь“, так как вокруг того участка провода, по которому уже идет ток, все пространство должно быть намагничено, как мы говорили на стр. 9 и пока происходит это намагничивание, ток еще только собирается пройти.

Таким образом, электроны скопляются сначала в левом конце кабеля (на рис. 5), произведя там соответственный заряд; затем новые идут дальше, образуя намагничивание, или, как говорят, „поборов самоиндукцию“, и заряжая следующий участок; за ними идут еще новые электроны и т. д.

Это об'яснил Вильям Томсон (1824 — 1907). Но старший его современник, великий исследователь электрических явлений Михаил Фарадей (1791—1867), лет за 20 до этого прибавил к представлению об электри-

ческих зарядах вообще еще нечто, для нас особенно важное. Мы должны представлять себе, что каждый электрон окружен фарадеевскими силовыми линиями (рис. 6), электрическим полем; все действия электрона и представляют собою действие этих силовых линий; ими он притягивает к себе предметы с недостатком электронов (положительно заряженные). Поэтому мы должны дополнить наш рисунок 5. На рис. 7 опять представлена жила кабеля и поверхность земли; для ясности между ними изображено большее расстояние; но на рис. 7 прибавлены еще фарадеевские силовые линии, которые тянутся к электронам, заряжающим жилу кабеля, от тех мест земли, из которых электроны взяты. Эти силовые линии гуще расположены в левой части чертежа, так как в ней, мы предположили, заряд к моменту, изображенному на рисунке, больше всего успел образоваться.

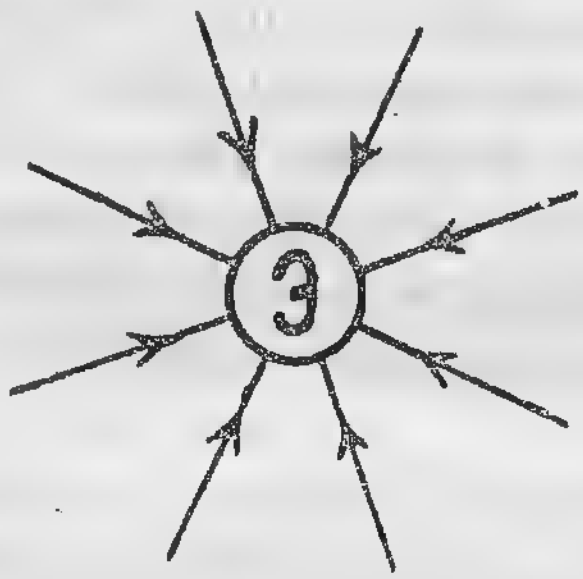

Рис. 6. Электрон, окруженный силовыми линиями.

Теперь мы можем даже разомкнуть ключ K, расползание заряда по кабелю направо будет продолжаться, и силовые линии будут продолжать свое движение.

Силовые линии имеют свою инерцию. И эта инерция лежит именно в том намагничении кру-

гом проводника, в магнитном поле, о котором мы говорили. Когда образовалось магнитное поле, т.-е. в данном элементе провода пошел ток, то потом, когда уж ток перестает итти, магнитное поле подталкивает силовые линии вперед.

Можно отделить группу силовых линий от начала кабеля и заставить ее самостоятельно продвигаться вперед, как бы отвязавшись от того места, где она начала образовываться. Для этого достаточно переключить батарею, т.-е. соединить теперь провод (замыканием ключа *K*) с тем концом батареи, с которого сходят электроны; тогда сначала излишние электроны уйдут с левого конца провода в землю (в это время первая образовавшаяся группа силовых линий продолжает двигаться направо); затем, при дальнейшем уходе электронов, этот конец окажется заряженным положительно, т.-е. между жилой и землею образуются силовые линии, направленные книзу, которые образуют новую группу, передвигающуюся за первою (рис. 8).

Такое движение двух групп силовых линий, противоположно направленных, называется электрической волною. В ней есть два места с наиболее густо расположенными силовыми линиями.

Мы можем за первою волною послать вторую, опять соединив кабель на короткое время сначала с (—) батареи, а затем с (+) ее, и т. д. И чем чаще будем делать эти замыкания, чем чаще будем посылать волны, тем ближе будут следовать одно за другим места с наиболее густо расположенным силовыми линиями (рис. 9).

Говорят: „чем больше частота, тем короче волны“.

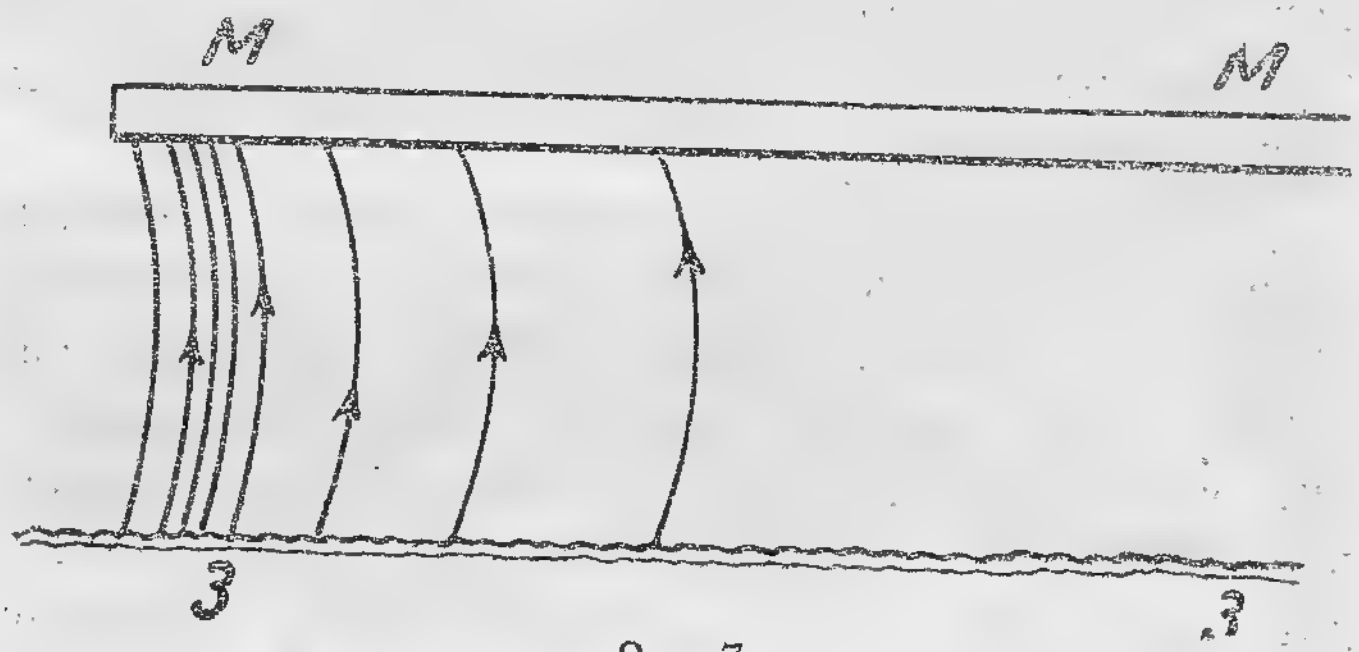

Рис. 7.

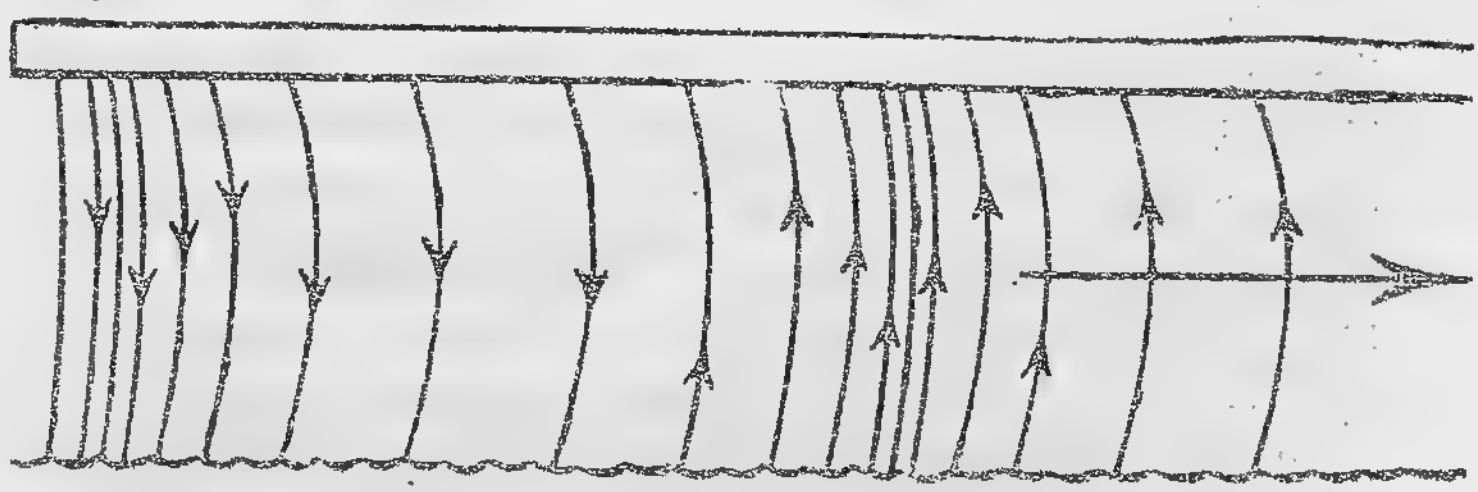

Рис. 8.

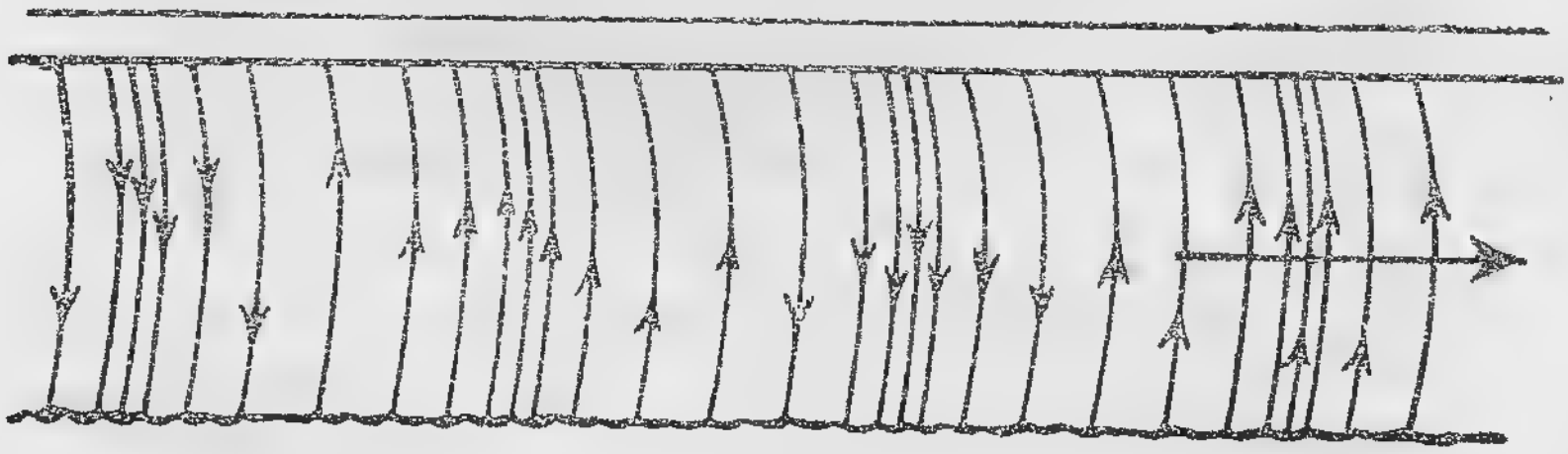

Рис. 9.

Рис. 7, 8, 9. Распространение силовых линий.

По мере продвижения в гуттаперче кабеля волны эти будут становиться все слабее, так как электроны будут терять свою энергию в сопротивлении медной жилы и земной поверхности. Волновые группы силовых линий подойдут к другому берегу, океана, на приемную станцию, очень ослабленными; это представляет собою дальнейшее затруднение трансокеанской телеграфии; но построены такие чувствительные приборы (гальванометры), которые приводятся в действие даже и ослабленными электрическими кабельными волнами. Так осуществляется трансокеанская проволочная телеграфия.

Свободные электрические волны.—Максвелл через 10 лет после работы кабельной комиссии пришел к поразительному выводу, сначала встретившему среди ученых того времени большое недоверие: электрические волны, только что нами описанные, могут распространяться свободно, сами по себе, не будучи направляемы никаким проводом. Максвелл (1831—1879) был гениальным последователем Фарадея; он глубоко вдумался в поведение силовых линий, нашел математическое выражение для всего того, что в них происходит и пришел математическими выкладками к вышеуказанной мысли. Он ее, можно сказать, прочел в своих формулах; они заговорили с ним и сказали ему, что существуют свободные электрические волны. Математические формулы сказали Максвеллу еще большее,— что эти волны летят через пространство со скоростью света, т. е. пробегают за каждую секунду такой путь,

который в 15 раз превышает самое большое расстояние на земле (расстояние до антипода — 20.000 километров). Скорость света равна почти 300.000 километров в секунду. Наконец, формулы сказали еще, что электрические волны проходят через воздух, стекло, фарфор и тому подобн. электрические изоляторы, и что они поглощаются и отражаются лучше всего металлами, углем и т. под. проводниками электричества; иными словами: электрические волны, как видно из приведенных примеров, пропускаются телами, прозрачными для света, а поглощаются и хорошо отражаются телами непрозрачными и телами, служащими наилучшими зеркалами.

Этого было достаточно для Максвелла, чтобы высказать идею, что свет есть электрические волны. Максвелл не занимался тем, как получаются в природе свободные электрические волны; он создал новое понимание природы света; в этом был его главный интерес. Пониманне света, как электрического явления, представляет собою самый смелый шаг, когда-либо сделанный в физической науке; этим началась новая эпоха в физике, не сказавшая еще своего последнего слова, несмотря на работы сотен ученых, продолжавших и продолжающих до настоящего времени работу Максвелла.

Излучение электрических волн.—Свет есть свободные волны, не требующие никакого провода и вообще никакой материи, несущиеся через пространство со своею громадною скоростью, наибольшею, какую мы знаем, несущиеся лучами во все стороны от своего

источника. Дальности, побеждаемые световыми лучами, превосходят всякое воображение; световые сигналы, идущие от далеких звезд, прочитываются нашими астрономами через тысячи и миллионы лет после их отправления от излучающего источника, это—при условии, что за каждую секунду проходится 300.000 километров и что в году около 31 миллиона секунд. В течение невообразимого времени световые волны свободно пребывают в пространстве, побеждая неописуемые расстояния.

Максвелл учит, что эти световые волны суть электрические волны, потому что его формулы сказали ему, что свободные электрические волны существуют. Он настолько уверен был в правильности своего математического анализа, что, не дожидаясь доказательства существования свободных электрических волн в действительности, поставил их в основании своего учения о свете. Такое доказательство были дано уже после смерти Максвелла Генрихом Гертцом (1857 — 1894) в конце восьмидесятых годов прошлого века.

Мы упомянули трех великих английских физиков,—Фарадея, Томсона, Максвелла; теперь мы видим, что интересующая нас тема перешла на немецкую почву.

Нам проще всего подойти к опытам Гертца, продолжая то описание электрических волн, которое мы начали применительно к кабелю. Мы видели, что образование волн совершенно не зависит от того, замкнут ли дальний конец жилы через приемный прибор (гальванометр) на землю; если такой прибор существует, он примет на себя подходящие к нему волны. Но если его нет, если линия разомкнута на своем дальнем конце,

если провод изолирован от земли по всей своей длине, кроме левого конца, что тогда происходит с волнами, подходящими к его концу?

На рис. 10 изображено некоторое изменение того, что изображено на рис. 5. Мы уже не будем думать о кабеле. Вместо жилы кабеля имеется провод AH, может быть высоко поднятый над землею; он не должен быть длиною в сотни и тысячи километров; Гертц имел в своих опытах волны длиною в несколько метров, употребляя, например, частоту в сто миллионов в секунду; несколько таких волн укладывается и на не длинном проводе. B означает то приспособление, в и б р а т о р которое с указанною частотою заряжает конец A провода то положительно, то отрицательно. Для такой частоты, конечно, непригодно механическое замыкание и размыкание батареи.

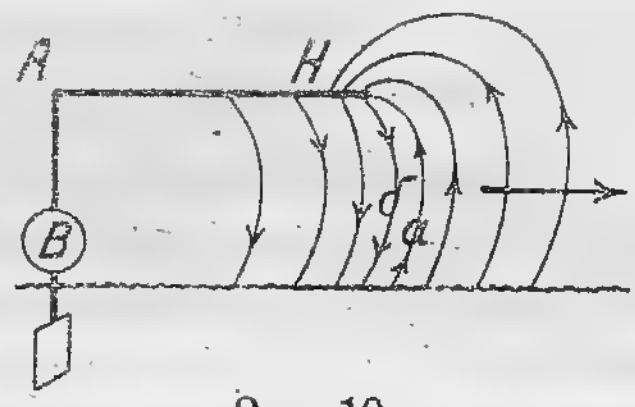

Рис. 10.
Смыкание силовых линий, направленных в разные стороны (*а* и *б*).

Когда одна половина волны с силовыми линиями, направленными, например, кверху (электроны на проводе), подойдет к концу H, силовые линии будут по инерции продолжать свое движение, прикрепившись лишь концами своими к проводу. Но когда теперь вторая половина волны, с силовыми линиями, направленными уже книзу (электроны в земле), подойдет к тому же концу, то две эти группы линий могут замкнуться одна на другую; в момент, изображенный

на рис. 10, линия $б$ является продолжением $а$ — они обе смыкаются в одну.

Такие сомкнувшиеся силовые линии продолжают свое движение все вперед, но не только в плоскости чертежа, а во все стороны. Так образуется волна (рис. 11), освободившаяся от провода, но еще привязанная к земле.

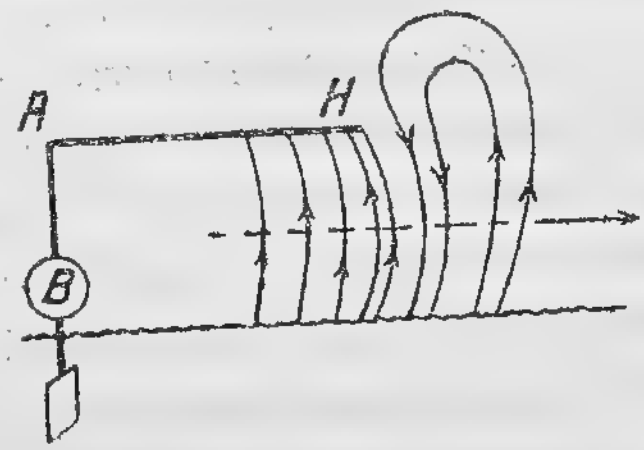

Рис 11. Освобождение от провода силовых линий.

Рис. 12 об'ясняет, каким образом происходят совершенно свободные волны. В этом случае вибратор B действует не на провод и землю, а на два провода AH и A_1H_1, давая им в каждый момент заряды противоположных знаков.

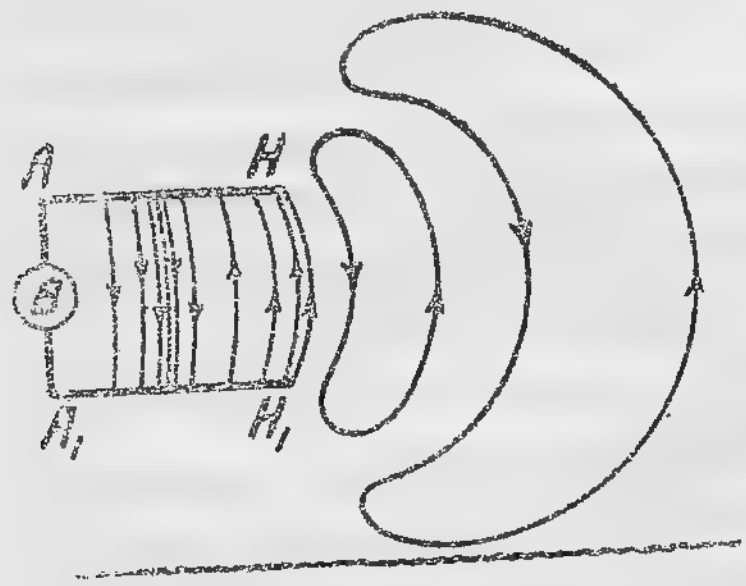

Рис. 12. Получение свободных силовых линий.

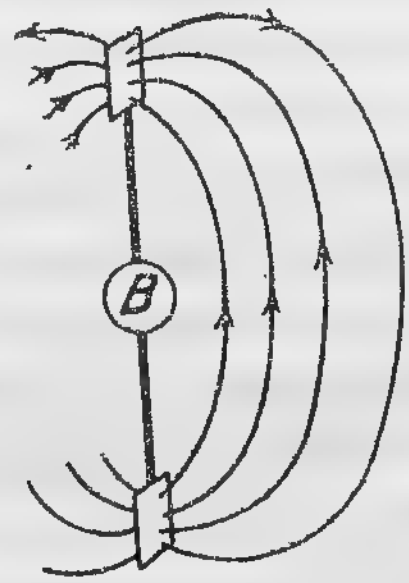

Рис. 13. Получение волн в опыте Герца.

Приблизительно так и были поставлены опыты Герца; только в самых решительных его опытах AH

и A_1H_2 составляли продолжение один другого (рис. 13), а не шли параллельно друг другу. Из рис. 13 ясно, что от этого дело существенно не меняется.

Герц доказал на опыте, что свободные электрические волны существуют, что скорость их распространения равна световой, что они проходят через тела, прозрачные для света—изоляторы, и что они поглощаются и хорошо отражаются металлами, т.-е. проводниками.

Пусть не подумает читатель, что работа Герца—простая штука. Наше об'яснение вышло простым, и оно производит впечатление, что легко было предвидеть, как происходит электрическое излучение. Но во-первых, это об'яснение передает явление лишь в общих чертах, не точно, а во-вторых, и это самое главное — оно написано через 37 лет после Герца, после многих тысяч работ последователей Герца, выяснивших излучение электрической энергии с различных сторон.

Перед Герцем была только мысль Максвелла, и не существовало никакого намека на то, как она проявляется в действительности. Только двухлетняя напряженная работа молодого, высоко одаренного ученого привела к блестящему открытию свободных электрических волн.

Теперь мы знаем, что это излучение происходит очень часто и без каких-либо нарочитых приспособлений (как это и ясно из предыдущего об'яснения), но оно, вообще говоря, чрезвычайно слабо. Герцу пришлось ощупью искать условия излучения достаточно мощного, чтобы действовать хотя бы на длину той комнаты, в которой он производил опыты, и в то же

время он должен был изобретать метод, годный для приема этих слабых волн. Сначала обратимся к вибратору.

Уральская областная библиотека

Вибратор.—В. Томсон впервые показал в 1853 г., как устроить приспособление (*B* на рис. 10—13), дающее чрезвычайно быстрые переменные заряды, то (+), то (—); этот томсоновский вибратор (колебательный контур) Гертц и применил к проводам, которые должны были у него излучать электрические волны. Томсон сам не испробовал действия такого вибратора, он только доказал его возможность в своем математическом анализе соотношений между током, магнитным полем и зарядами в разомкнутой цепи. И в этом случае, как и относительно работы Максвелла, только через десять лет, другими было (за 20 лет до Гертца) доказано на опыте, что формулы Томсона говорили правильно.

Представим себе, что от какого-либо генератора *Г*, напр., батареи аккумуляторов, мы протянули два провода *а* и *б* (рис. 14) к пластинкам *С*; цепь вышла не замкнутой, электроны собираются, положим, на верхней пластинке, а нижняя заряжается (+). Если бы больше ничего в цепи не было, то дело ограничилось бы этим зарядом. Но имеется еще провод *и* (изображенный точечной линией) с перерывом посередине.

Рис. 14. Схема вибратора Томсона.

Генератор должен зарядить C, а вместе с этим и шарики перерыва u так сильно, чтобы в u проскочила искра. Для этого генератор должен обладать достаточной ЭДС. То место, где проскакивает искра, можно считать не обыкновенным воздухом между шариками, не изолятором, но— проводником. Поэтому, как только появилась искра, пластинки C тотчас же будут разряжаться через нее.

Изобразим цепь Cu отдельно (рис. 15); все дело теперь только в ней. C разряжается, это значит, что силовые линии выходят теперь одна за другою из про-

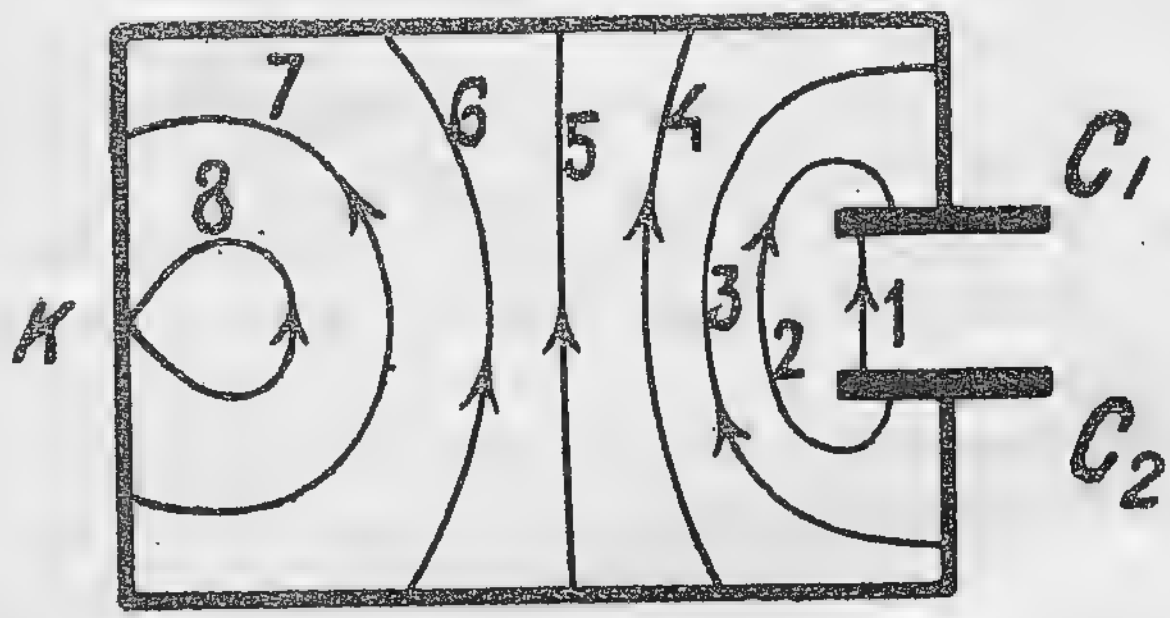

Рис. 15. Продвижение силовой линии в колебательном контуре.

странства C_1C_2 опираясь своими концами в провода. Как это они делают, показывает ход одной из них; из положения 1 она переходит последовательно положения 2 ..... 8; когда оба ее конца встретятся в какой-то точке $к$, электроны верхнего конца силовой линии могли бы пополнить недостаток электронов в ее ниж-

нем конце, и тогда эта силовая линия исчезла бы; если она слаба, если в проводнике большое сопротивление, отнявшее у электронов много энергии—тогда так и будет. Но, вообще говоря, силовая линия по своей инерции будет энергично двигаться вперед и займет последовательно (рис. 16) положения 9 ..... 16. Мы видим,

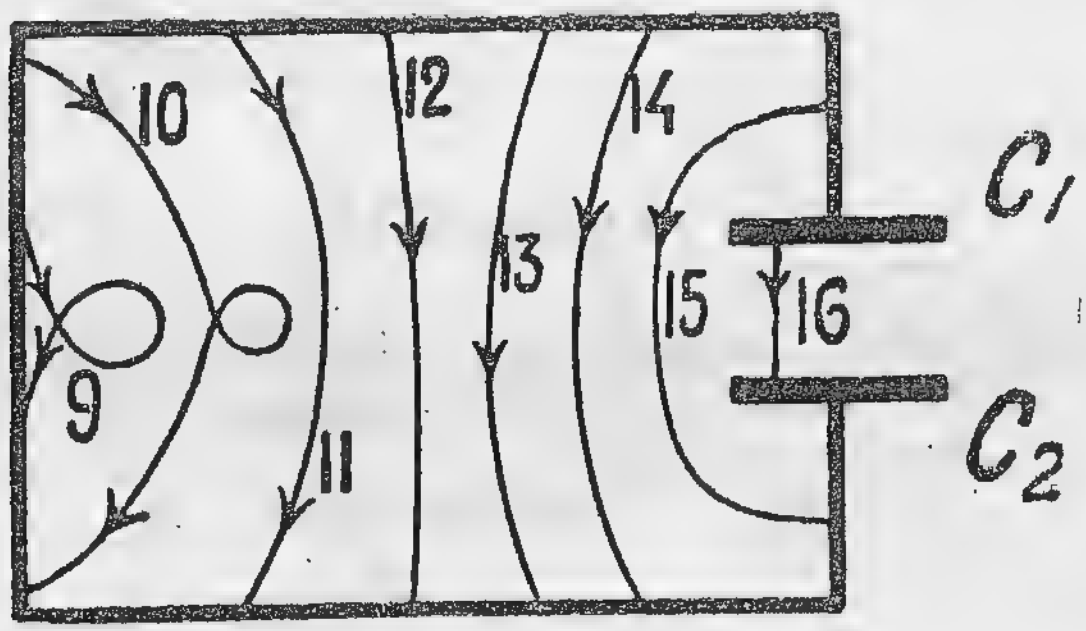

Рис. 16. Дальнейшее продвижение силовой линии в колебательном контуре.

что она снова попала в пространство между C_1 и C_2, но только в перевернутом положении. Когда это случится со всеми силовыми линиями, C_1 окажется заряженным положительно, C_2—заряженным отрицательно. Инерция силовых линий иссякла.

Теперь C_1C_2 опять будут разряжаться; все повторится, и C_1C_2 окажутся снова заряженными так, как на рис. 15.

Это будет повторяться много раз, пока вся энергия электронов не поглотится в сопротивлении проводов.

Если теперь к пластинкам C_1 и C_2 присоединить провода AH и A_1H_1 (рис. 17), то Cu и будет служить вибратором (обозначенным B на рис. 10—13), так как вместе с пластинками C и наши провода будут получать заряды противоположных знаков, быстро меняющихся с (+) на (—) и обратно.

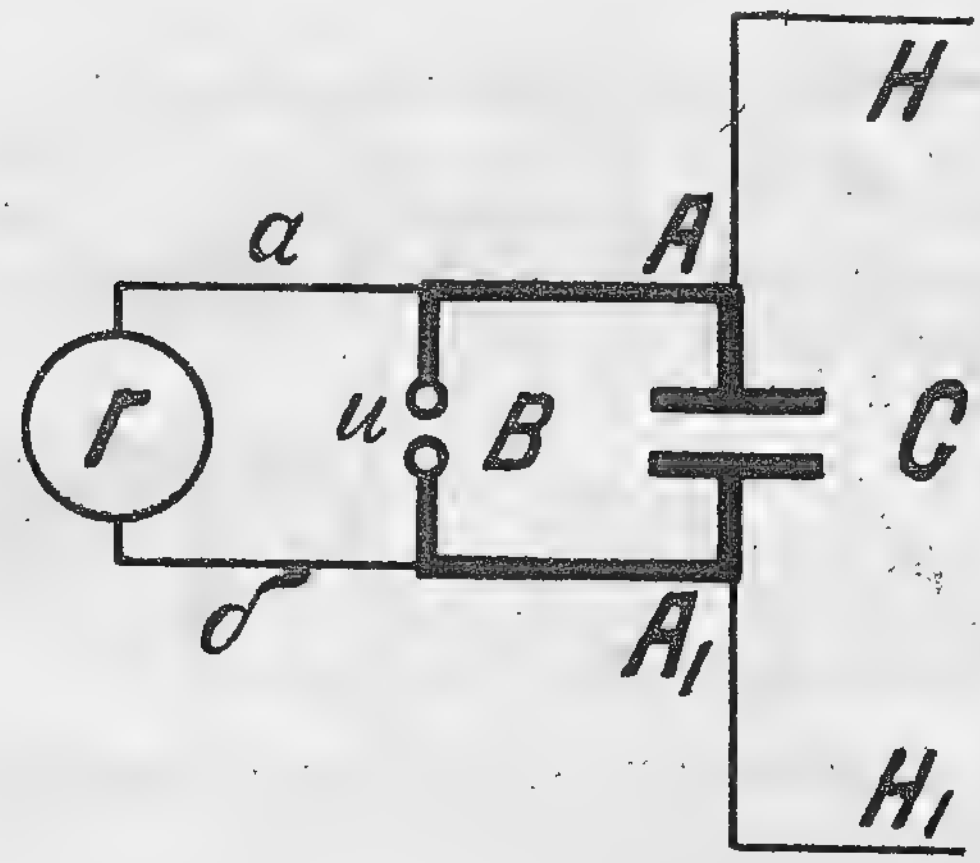

Рис. 17. Присоединение колебательного контура к проводам (Вибратор Томсона).

Гертц, размышляя иначе, чем мы это теперь делаем, и поступил несколько иначе (рис. 18); он просто развернул вибратор Томсона; 1, 2, 3 показывают для этого случая, как движутся силовые линии.

Заметим, что около положения 3 на рис. 18 силовая линия также может замкнуться на себя, как и около 8—9 на рис. 15—16 и произвести излучение.

С этим-то гертцевским вибратором и были доказаны на опыте все положения теории Максвелла относительно электрических волн. Наблюдая поведение своего вибратора, Гертц впервые увидел, как в природе осуществляется мысль Максвелла об электрическом излучении. Человечество поднялось на вторую из тех трех ступеней, о которых мы говорили в самом начале этого очерка.

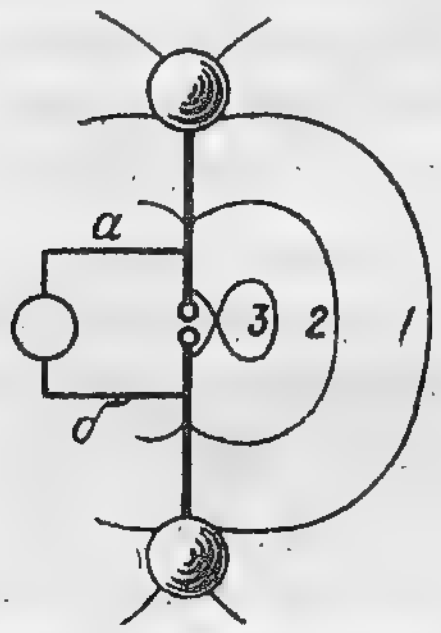

Рис. 18. Развернутый вибратор (Гертца).

Но учения Максвелла о том, что свет представляет собою электрические волны, Гертц не мог доказать. Конечно, самое прямое доказательство этого учения о свете должно было бы состоять в том, что мы увидели бы собственными глазами лучи вибратора Гертца. Но мы их не видим. Это не опровергает теории Максвелла, ибо мы видим только некоторые световые волны, очень короткие с частотою около миллиарда миллионов в секунду. Гертц мог получить вибраторы только с частотами около ста миллионов; следовательно, его вибраторы могли давать только невидимый свет.

Лишь теперь, через 35—40 лет после опытов Гертца, начинают подходить к таким вибраторам, которые дают частоты около ста тысяч миллионов в секунду. Лишь теперь мы приближаемся к полному и прямому доказательству максвелловской теории света.

Электрический глаз. — Герц изучал распространение электрических волн; для этого ему нужно было прослеживать, куда и когда они попадают; а для этого ему нужно было улавливать их.

Герц „принимал“ электрические волны приборами, представляющими собою тот же вибратор (рис. 15-17); это был четырехугольный (или круглый) проводник (рис. 19) с перерывом C между шариками. Когда к нему подходили электрические волны, то их силовые линии заряжали шарики, то (+), то (—); если частота этого „вибратора“ была та же, что и того, который испускал волны, то он приходил в достаточно сильное возбуждение раскачивался, и между шариками проскакивали искры.

Рис. 19. Приемный колебательный контур (резонатор Герца).

С таким резонатором Герца улавливались волны на расстоянии в один или несколько метров при лабораторных опытах самого Герца и его ближайших последователей.

В 1890 году Бран заметил, что металлический порошок, представляющий собой плохой проводник электрического тока, становится хорошо проводящим после того, как на него подействуют электрические волны. Мы увидим, что приборчик, основанный на этом явлении, который Бранли называл электрическим глазом, сыграл через 4 года очень большую роль.

Предчувствие. — Мы приближаемся к моменту изобретения беспроволочного телеграфа. Выше описаны работы нескольких ученых, при чем упоминались только самые главные; у всех у них, и у Фарадея, и у Томсона, и у Максвелла и Гертца, и даже у Бранли, были предшественники, не могшие только столь ясно выразить свои мысли и довести свои опыты до отчетливых результатов. Но все это были пока лишь люди, искавшие научную истину; возможность жизненного приложения электрических волн не проявлялась в их работах.

И вот, в 1892 г. В. Крукс, знаменитый физик и химик, обозревая все известное к тому времени об электрических волнах, пишет: „Лучи света не проникают через стену и даже через туман. Но электрические волны длиною в ярд и более легко пройдут через подобную среду, которая для них будет прозрачна. Здесь поэтому открывается поразительная возможность телеграфирования без проволок, столбов и кабелей. В настоящее время экспериментаторы могут возбуждать электрические волны любой желаемой длины. Точно также, экспериментатор, находящийся на некотором расстоянии, может принять эти волны на прибор надлежащего устройства, и таким образом, депеши по азбуке Морзе могут передаваться с одного места в другое. Это не только греза мечтателя. Сюда именно направлены исследования, которые в настоящее время деятельно производятся во всех центрах Европы; мы можем каждый день ожидать известия, что эти наши отвлеченные соображения перешли в область фактов“.

Этому предчувствию суждено было скоро оправдаться.

1895 год. — В 1894 году А. С. Попов (1859-1905) стал заниматься воспроизведением опытов Гертца. Этим он примкнул к бесчисленным в то время последователям германского ученого. А. С. был физиком по своему специальному образованию; он окончил физико-математический факультет С.-Петербургского Университета (1883 г.); но по своему внутреннему уклону А. С. подходил к технике и, именно—электротехнике. В то время специальное электротехническое образование еще только начиналось; передовые электротехники делались из физиков (как первое время и за границей), самостоятельно изучивших приложения электричества на заводах и по книгам. Попов был преподавателем физики и электротехники в минном классе в Кронштадте.

Свое воспроизведение опытов Гертца А. С. начал по методу Оливера Лоджа. Статья этого английского ученого „Дело Гертца“ (The Work of Hertz.) своим глубоким и увлекательным содержанием чрезвычайно заинтересовала Попова.

Лодж разработал приемник гертчевских волн, применив метод Бранли. Стеклянная трубка P (рис. 20), наполненная металлическими опилками, которую Лодж назвал когерер, замыкала собою цепь местной батареи $Б_1$. В эту цепь включался измеритель тока (гальванометр) A. Пока электрические волны не подействовали на когерер, его сопротивление очень велико, и A показывает весьма слабый ток. Но лишь только пройдут через когерер электрические волны, A дает сильный отброс своего указателя. Так как когерер весьма чувствителен, то этот сигнал происходит даже

при самых слабых волнах. Разумеется, его производит работа батареи $Б_1$; когерер действует, как реле.

Когерер имеет два неприятных свойства: отозвавшись на проходившие волны, он не чувствителен к новому проходу волн, так как его сопротивление, раз уменьшившись, таковым и остается (когеризация). Но оказывается, что достаточно его встряхнуть хотя бы коротким ударом по трубке, как большое сопротивление снова восстанавливается, происходит декогерирование. Лодж устроил в своем приемнике автоматическое встряхивание помощью особого электромагнитного приспособления, которое приходило в действие каждый раз после того, как когерер подействовал. Действие этого ударника производилось работою батареи $Б_1$.

Второе неприятное свойство когерера заключается в его капризности. Иногда он вдруг становится мало чувствительным. Удачным встряхиванием можно сейчас же поднять его чувствительность, иногда—до необычайной высоты, но ручаться за его надежное действие никогда нельзя.

А. С., занявшись приемником Лоджа, значительно усовершенствовал ударное приспособление и много времени употребил на подыскивание условий, которые сделали бы когерер более надежным прибором; он перепробовал различные металлические порошки, бусы, стальные шарики; придавал различные формы проводникам, электродам, подводящим в трубке ток к порошку.

В этой кропотливой работе сказался техник. Для лабораторного наблюдателя не так уж важно, если

прибор не всегда действует одинаково хорошо; он терпеливо дождется момента удачного действия и использует его для решения своих вопросов. Но для изобретателя, желающего передать прибор в техническое пользование, чрезвычайно важно, чтобы этот прибор был всегда готов к исправному действию. Жизнь не ждет. И если когерер должен служить к приему депеш, он должен всегда одинаково хорошо воспринимать волны.

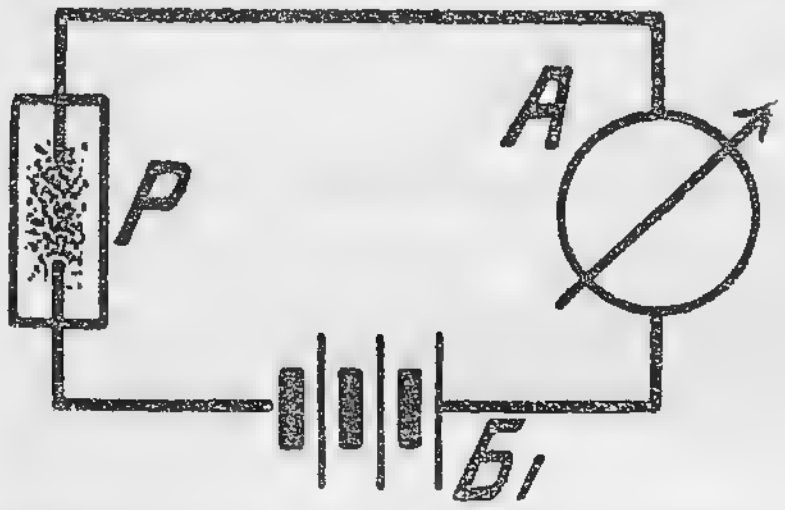

Рис. 20. Приемник Гертцовских волн с когерером Бранли, сделанный Лоджем.

Вместо указателя тока A (рис. 20) Попов включил электромагнитное реле P_1 (рис. 21), которое после того, как когерер P замыкал цепь батареи $Б_1$, замыкало вторую цепь более сильного тока от батареи $Б_2$ [1]). Ток этой цепи приводил в действие ударник (не изображенный на рис.); это представляло большое усовершенствование по сравнению со схемой Лоджа; в ту же цепь включался сначала электрический звонок, который и давал сигнал о подходящих волнах, а впоследствии—аппарат Морзе (M).

Если Лодж смотрел на свой прибор, как на будущий радиотелеграфный приемник, на что имеются указания в его письмах, то он представлял себе

[1]) В приборе А. С. обе батареи были соединены в одну; наша схема служит для об'яснения схемы Попова.

радиотелеграфную передачу такою слабою, как по какому-либо очень длинному кабелю, для которой годится лишь прием на гальванометр. А. С., применив с самого начала двойное усиление (цепи $Б_1$ и $Б_2$ на рис. 21), стал совсем на другую точку зрения и видел перед собою прием на телеграфную ленту аппарата *М*.

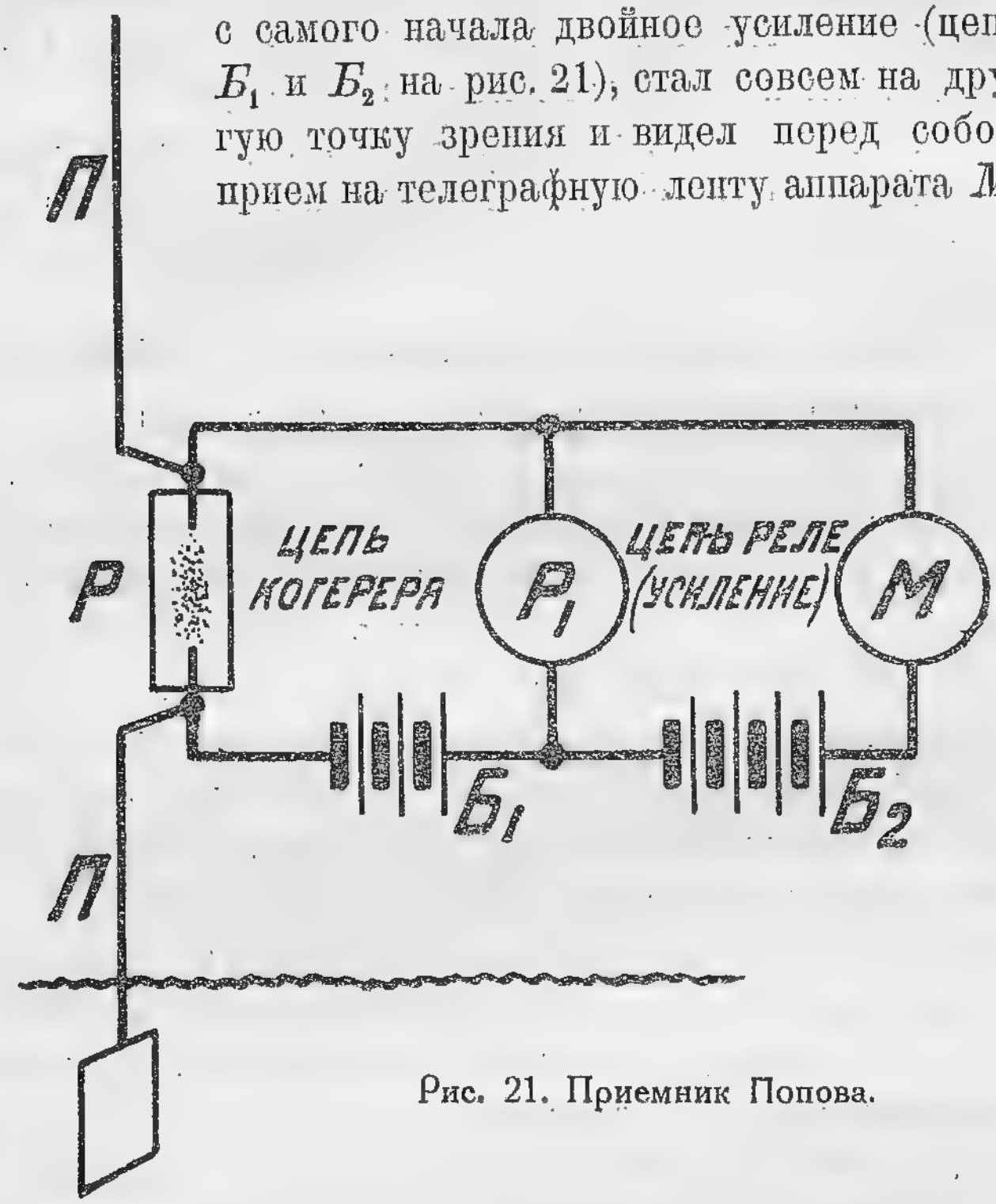

Рис. 21. Приемник Попова.

Продолжительное действие вибратора отправительной станции—длительное когерирование опилок—черта на ленте приемного аппарата; кратковременное излучение—точка; прибор Попова был готов для выполнения телеграфной связи.

Но самое существенное, что сделал А. С. в самых первых своих опытах 1895 г.,—это было присоединение к приемнику провода *П* (рис. 21), изолированного на своем верхнем конце; обыкновенно этот провод присоединялся к одному из концов когерера *Р*.

А. С. убедился, что такой провод облегчает прием, с ним можно принимать на более далекие расстояния. Чем длинее этот провод, тем значительнее его действие.

При всех своих дальнейших исследованиях А. С. не покидал уже этого нового приспособления, изучая его, изменяя его форму и увеличивая его размеры.

В настоящее время, после 30-летнего своего прогресса, радиотехника совершенно не пользуется когерером; от схемы Попова осталась идея многократного усиления, позволяющего включать любой приемный аппарат, в некоторых случаях—даже быстродействующий; бодрый взгляд А. С. на будущее радиопередачи вполне оправдался. А тот его провод, который он присоединил к приемнику, достигающий теперь иногда гигантских размеров, эта приемная антенна в том или ином своем виде—остается неот'емлемой частью каждой приемной радиостанции. Никакими современными чудовищными усилителями не удается до сих пор принимать без антенны радиодепеши с больших расстояний. Антенны сооружаются на радиостанциях мирового значения, дающих уверенную, постоянную связь между материками, об антенне же думает прежде всего и радиолюбитель, пользуясь для нее иногда и проводами проходящей около него освети-

тельной или телефонной сети, иногда и железной крышей, а иногда и первыми попавшимися металлическими и вообще проводящими предметами.

В скором времени А. С. стал присоединять к другому концу когерера второй провод *П* (рис. 21), идущий в землю; он мог быть припаян к телеграфной пластине, погруженной в грунтовые воды. Вся современная радиотехника применяет этот метод заземления.

Мы уже упоминали, что для каждого крупного деятеля в прогрессе человечества можно найти предшественников. Их обыкновенно бывает даже очень много. То же самое относится и к антенне Попова. Лодж тоже присоединял иногда свой приемник к трубам газопроводной или водопроводной сети и находил улучшение его действия от этого заземления; Бранли присоединял к трубке с порошком провод и заметил, что при удлинении такого провода порошок лучше когерируется. Но только А. С. понял значение антенны, как основного стержня радиопередачи, и сразу же направился в сторону технической разработки этого приспособления.

По всем этим соображениям, А. С. Попова по справедливости должно считать изобретателем беспроволочного телеграфа, этого первого приложения свободных электрических волн к технике.

Впервые А. С. публично демонстрировал свой радиоприемник в Петербурге, в заседании Физического Общества 25 апреля ст. ст. 1895 года. В настоящем году 7 мая (н. ст.) этому событию истекает 30-летняя давность.

Этот исторический доклад А. С. Попова в повестке дня был обозначен, как демонстрация „прибора, обнаруживающего электрические колебания". Я присутствовал на докладе, и вспоминаю, как я всецело был увлечен действием антенны: отнятие ее делало когерер нечувствительным, присоединение вызывало немедленный сигнал звонком. Но я не понял, к чему это ведет. Докладчика приветствовали, но это не была та буря оваций, которой он был достоин, как изобретатель радиотелеграфа. Между нами не было В. Крукса. Мы не понимали, что это ведет к тому, что через 30 лет все люди, невзирая ни на какие расстояния, будут разговаривать друг с другом,— австралиец с французом, англичанин с японцем, итальянец с финном, нижегородец с жителем Аравии (говорю о действительных радиолюбительских событиях последних дней). Эта чудесная техника всех так сблизила, сгрудила, что земной шар кажется каким-то шариком.

Однако, сам А. С. предвидел уже многое. Статью свою, помеченную декабрем 1895 г., в которой он описывает эти первые свои шаги, и которая была напечатана в журнале Русского Физико-Химического Общества (Выпуск I, 1896 г.), эту статью А. С. заканчивает словами: „Мой прибор, при дальнейшем усовершенствовании его, может быть применен к передаче сигналов на расстояния при помощи быстрых электрических колебаний, как только будет найден источник таких колебаний, обладающий достаточной энергией."

Грозоотметчик Попова.—А. С. обладал радиоприемником; не беда, что радиоприемник требовал, по

мнению своего автора, „дальнейших усовершенствований"; и современные радиоприемники, с которыми слушают антиподов, все время совершенствуются. Особенность положения Попова по сравнению с современным радиолюбителем, только что сконструировавшим новый приемник, заключалась в том, что А. С. Попову некого было принимать; он был в то время единственным радиолюбителем на земном шаре и не придумал еще для себя достаточно мощного отправителя.

Он заметил, что его приемник отвечает на что-то, происходящее в атмосфере. Это были блуждающие, мятущиеся силовые линии между заряженными облаками и землею, иногда сгущающиеся до такой степени, что проскакивают громадные искры, которые мы называем молниею.

У А. С. явилась мысль регистрировать эти явления помощью своего приемника; приемною антенною служил провод громоотвода; удавалось отметить приближение грозы, разразившейся за 20 — 30 километров. „Передатчик" оказался достаточно мощным.

В том слиянии ученого физика и техника-изобретателя, какое представлял собою А. С., наблюдение над грозами надо отнести к первому; Франклин искал способ обезвредить грозовой удар или отвести его— это технически полезно; но предупреждение о грозе, имеющей скоро наступить, вряд ли имеет практическое значение.

Но вот что замечательно. Нет большего врага для всякого радиоприемного прибора, чем эти атмосферные

электрические разряды. Сколько умов за прошедшие 30 лет изыскивали способы избавиться от этих мешающих действий, которые мешают и сейчас, как мешали раньше. С этим-то врагом А. С. Попову и пришлось сообщаться за неимением другого корреспондента.

С научной точки зрения — для изучения гроз — грозоотметчик Попова дал очень мало; явление это очень сложно. В настоящее время все собираются в международном масштабе с помощью одновременного наблюдения тысяч радиолюбителей собирать статистику атмосферных разрядов, узнать, откуда и когда они распространяются, где их главные центры, когда они действуют и на какой волне. Собираются изучить врага, от которого не удалось избавиться. Можно сказать, что это изучение атмосферных разрядов помощью радио было начато Поповым.

Дальнейшие работы А. С. Попова.—Многое мешало А. С. целиком отдаться делу радиопередачи. Начав свои занятия в 1894 г., в 1895 г. он занимался радио только весною и в конце года. Летом он должен был отправиться в Нижний-Новгород, как заведующий электрическим освещением ярмарочной территории; сюда его отвлекала техника. В 1896 г. очень много времени он отдал рентгеновым лучам, которые тогда только что были открыты и необычайно взволновали своею новизною весь мир физиков; как ученый, А. С. не мог остаться в стороне, не мог не увлечься полу-

чением первых рентгеновских снимков, тем более, что его жена была женщина-врач.

Но все-таки уже в 1896 г. А. С. стал применять отправительную антенну, т.-е. провод, присоединенный к вибратору для увеличения излучаемой им мощности.

Здесь необходимо обратить внимание на следующее: приемник Гертца (рис. 19), его резонатор не заключал в себе никакого элемента, который бы мог считаться приемною антенною, хотя бы в зачаточном виде; но вибратор Гертца (рис. 13 и 18), представлявший собою прямолинейный провод, сам уже и был отправительной антенной. А. С. так и считал, что своею отправительною антенной он подражал Гертцу; он был очень скромный человек, и нередко от него можно было услышать, что вся его работа по изобретению радиотелеграфа была уже проделана Гертцем.

Так могло казаться, когда вся радиотехника заключалась в первичных попытках одного человека. Теперь, когда существует уже громадная радиотехническая промышленность, когда мировые радиостанции Америки и Европы со своих отправительных антенн выбрасывают мощности в сотни и тысячи лошадиных мощностей, когда в каждой стране имеются кадры радиоинженеров, получивших специальное радиотехническое образование, — при наличности всех этих обстоятельств мы не можем не понимать, что опыты Гертца, преследовавшие цель опытного подтверждения теории Максвелла, и изобретение беспроволочного телеграфа, как начальной стадии радиотехники, не одно и то же.

А. С., можно сказать, в противоположность Гертцу, отделил антенну, излучающий орган отправительного аппарата, от вибратора и пошел по пути развития этой новой и важнейшей части передающей радиостанции. Практика показала, что именно так и нужно было сделать. Вибратор имеет свои задачи и свои свойства. Сам же А. С. скоро перешел к тому типу замкнутого вибратора, который изображен на рис. 14—17.

Весь дальнейший прогресс радиотехники резко размечался типами вибраторов, заступавших один место другого (виновский, музыкальный, дуговой, машина высокой частоты и, наконец, современный тип—ламповый вибратор).

В то же время совершенно независимо развивались типы отправительных антенн (Г-образная, Т-образная, зонтичная, арфа и т. д.), и к каждой из антенн мог быть присоединяем любой из вибраторов.

Отправительная антенна А. С. также заземлялась. Отсюда следует, как мы теперь понимаем, что Попов пользовался волнами, связанными с землей, как это об'яснено относительно рис. 10 и 11 (Г-образная антенна). В громадном большинстве случаев до самого последнего времени радиотехника шла по этому же пути. Выгодно ли это? Не более ли выгодны совершенно свободные волны (рис. 12)? Необходимо признать, что на эти вопросы мы далеко еще не имеем ответов, несмотря на многочисленные попытки лучших математиков подойти к их разрешению. Новейшие методы радиотелеграфирования очень короткими волнами как будто показывают, что для таких волн более выгодны отправительные

антенны, излучающие электрические волны, отделенные от земли. В этих последних своих успехах радиотелеграфия порывает и с тем единственным, что оставалось у ней общего с проволочным телеграфом—с землей.

Таким образом, мы должны признать, что 1896 год, ознаменовавшийся появлением отправительной антенны, дал начало радиотехнике уже во всех ее основных элементах.

Человечество поднялось на третью ступень в своем отношении к электрическим волнам. После того, как Герц подметил, какими способами природа выявляет мысль Максвелла, с работою Попова наступил период технического действия, проявления воли к жизни, строительства по путям новых возможностей сделать эту жизнь наиболее совершенной.

В том же 1896 году А. С. начал опыты по применению беспроволочного телеграфа к нуждам флота. Не только то обстоятельство, что Попов работал в морском ведомстве, сделало радиотелеграф прежде всего морским телеграфом: ведь, плавающее судно по существу своего состояния, не допускающего протягивания проводов к нему, является отрезанным от берега и от других судов с того момента, как отплывает на такое расстояние, когда его оптические сигналы перестают уже быть видимыми в подзорную трубу.

Эти опыты А. С. держались в строжайшей тайне как секрет военного снаряжения.

12 марта 1896 г. А. С. сделал свой второй доклад в том же Физическом Обществе в Петербурге; в про-

токоле заседания говорится (п. 8): „А. С. Попов показывает приборы для лекционного демонстрирования опытов Герца".

Развитие беспроволочного телеграфа. — Уже в 1896 г. в газетах появились глухие слухи о том, что в Англии Маркони ведет успешные опыты по новому способу сообщения, не требующему проводов. Таинственные заметки в печати заинтересовали и взволновали широкие круги общества во всех странах. Магические слова: „телеграфия без проводов", всего год тому назад понятные лишь небольшому кружку петербургских физиков, разнеслись по всему миру.

При встрече с Поповым я спросил его, что он думает про работу Маркони, как он расшифровывает газетные слухи. А. С. ответил в том смысле, что это не может быть не чем иным, как повторением опытов Герца. Ему все еще казалось, что „Герц все сделал".

Дж. Маркони, тогда еще совсем молодой человек (род. в 1874 г.), работал в 1895—96 г. с электрическими волнами в Италии, в Болонье у проф. Риги, который тоже занимался, и с большим успехом, воспроизведением опытов Герца. В 1896 г. Маркони переехал в Англию, где и начал свои опыты по беспроволочному телеграфированию при участии двух английских специалистов-электриков, Приса и Флеминга.

Предоставим дать характеристику первоначальной работы Маркони иностранцам, более, чем мы, осведомленным в западно-европейских делах.

1) Неспер (Германия): „Дж. Маркони возымел мысль (1896 г.) помощью вибратора Риги и приемного устройства Попова установить беспроволочный телеграф, после того как он тщетно пытался достичь сколько-нибудь удовлетворительных результатов с одним вибратором Риги“.

2) Леджгет (Англия): „Маркони воспользовался тою формою антенны, какую изобрел Попов, и когерером Бранли“.

3) Икклз (Англия): „Маркони изменил излучатель Гертца таким же образом, как Попов изменил резонатор; он удлинил одну его половину и поставил вертикально“.

4) Пьерар (Франция): „Маркони взял передатчик Морзе, катушку Румкорфа, воспользовался колебаниями Гертца, искровым вибратором Риги, трубкой Бранли, автоматическим декогерированием Лоджа, воздушным стержнем и заземлением Попова—и все это соединил“.

Наконец, сам Флеминг, сотрудник Маркони, описав схему Попова 1895 г., говорит: „Здесь, следовательно, мы имеем не только явное зарождение идеи телеграфирования при помощи гертцовых волн, но уже и осуществление его, хотя и в зачаточной форме“.

Во многих „признаниях“ иностранных специалистов подчеркивается первенство Маркони в деле применения принципа антенны к отправительному устройству; за Поповым считается приоритет приемной антенны. Это происходит потому, что А. С. не опубликовал в 1896 г. своего передатчика, снабженного антенной.

Шум, поднявшийся вокруг опытов Маркони, имел для работы Попова то следствие, что на нее была отпущена от правительства небольшая сумма в 300 руб.

В 1897 г. было опубликовано подробное описание „результатов, достигнутых Маркони“ (июнь 1897 г.). Попов продолжал свои работы самостоятельно. К этому году, удлинив антенну до 14 метров (ок. 7 сажен), он достиг дальности передачи в 5 километров. В следующем году она увеличалась до 9,6 километров. В 1899 г., побывав на первых радиостанциях в Германии и Франции, Попов пришел к заключению: „вижу, что мы не очень отстали от других“. В этом году им была достигнута дальность в 35 верст, при чем отправительная антенна была поднята помощью воздушного змея. В конце этого года радиотелеграф был впервые применен к насущному делу: спасению броненосца, потерпевшего аварию в Финском заливе; дальность передачи была при этом 41 верста; высота антенны ок. 24 саж.

За этот период было сделано важное усовершенствование в приеме; два ближайших сотрудника А. С., Рыбкин П. П. и Троицкий Д. С., заметили, что при больших дальностях, когда изменение сопротивления когерера под действием электрических волн становится столь малым, что реле Р (рис. 21) уже не повинуется, прием может еще быть производим, если слушать в телефон Т (на рис. 22), включенный вместо этого второго реле (28 мая 1899 г.). Этот прием на слух, повсеместно употребляемый теперь, давал тройную дальность передачи.

Ученики Попова, Рыбкин и Троицкий, были первыми „радиослухачами“.

Дело шло вперед. А. С., часто отвлекаемый другими работами, строил радиотелеграфные приборы, отчасти в первой нашей радиотелеграфной мастерской в Кронштадте, отчасти в Париже (завод Дюкрете), оборудовал радио на судах, обучал первый кадр наших радистов.

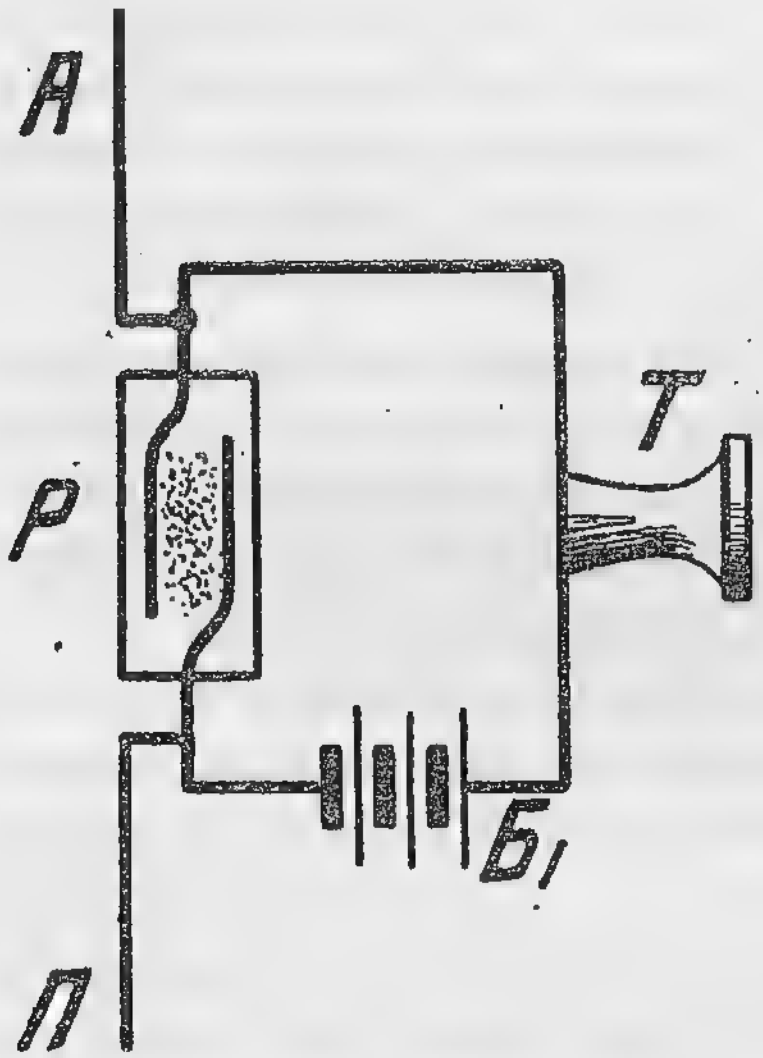

Рис. 22. Схема приемника Попова для приема на слух.

В то же время Маркони, снабженный стократными средствами, окруженный лучшими специалистами, и сам энергичный и талантливый изобретатель, вел дело все с большим ускорением. В 1901 году он стал осуществлять уже трансатлантическую радиотелеграфную связь. Для этого потребовалось коренное изменение аппаратуры.

Старинные приборы, как катушка Румкорфа, искровой разряд между шариками—приборы лабораторные, примененные Гертцем, стали уже неподходящими. Необходимо было перейти к более техническим сооружениям. Началась заводская радиотехническая про-

мышленность, стали воздвигаться большие радиостанции.

И то, что стало при этом получаться, оказалось непостижимым для максвеллевской мысли: электрические волны оказались способными огибать земной шар, тогда как световой луч, распространяющийся прямолинейно, может распространяться только по касательной к такому большому шару. Техническое творчество обогнало теоретическую мысль. Это—очень интересный факт в истории радиопередачи.

В настоящее время на русском языке имеется много общедоступных руководств по радио; поэтому не останавливаемся на описании последующего развития радиотехники. Темою нашего очерка является, ведь, возникновение беспроволочного телеграфа.

Заметим лишь в заключение, что не только земля, но и вся атмосфера до самых высших своих слоев, как-то участвует при радиопередаче. Различные места ее, вследствие своей различной ионизации, превращаются из изоляторов в полупроводники и проводники и, следовательно, согласно теории Максвелла, становятся поглощателями и отражателями электрических волн. В общем, получается впечатление, что, несмотря на изменчивость и полную неизвестность всей этой атмосферной обстановки, она помогает нашему общению по радио.

Мы приходим к выводу, что атмосферный океан, столь мучающий радиста своими „атмосферными мешаниями“, в то же время является тем „капитаном Немо“, тем невидимым другом, который направляет волны радио на далекие приемные станции.

До сих пор большое значение приписывается наблюдению Маркони (1902 г.), что атмосфера, погруженная в темноту, более помогает радиопередаче; до сих пор считается, что днем радиостанция действует на меньшее расстояние, чем ночью.

Желание Маркони посылать лучи через океан, несмотря на округлость земли, было встречено людьми науки с полным недоумением. И все участие земли в деле радиопередачи остается, как мы уже упомянули, совершенно неразгаданным. Радиотехника идет вперед почти исключительно путем смелых проб и испытаний на деле; при этом нередко новаторами являются радиолюбители, американские—со своими новыми методами усиления на приемной станции, французские—со своими непостижимыми рекордами дальности при чрезвычайно малой мощности передатчика. Маркони при своей первой попытке трансатлантического радио явился первым радионоватором, пробовавшим несмотря на все возражения.

А. С. Попов *).—А. С. родился в 1859 г. на Богословском заводе на Урале в семье священника. У его родителей было шесть человек детей; он был третьим.

В детстве он отличался своею склонностью к устройству разного рода водяных двигателей и машинок, в котором достиг большого искусства. В обычных дере-

---

*) См. Н. А. Смирнов: „А. С. Попов". Журнал Русского Физ.-Хим. Общества. Том XXXVIII. Вып. 1. 1906 г.

венских играх ребят он обыкновенно не участвовал. Среднее образование А. С. получил в Пермской семинарии, где его прозвали „математиком“. Ярко определившаяся склонность к точным наукам влекла его

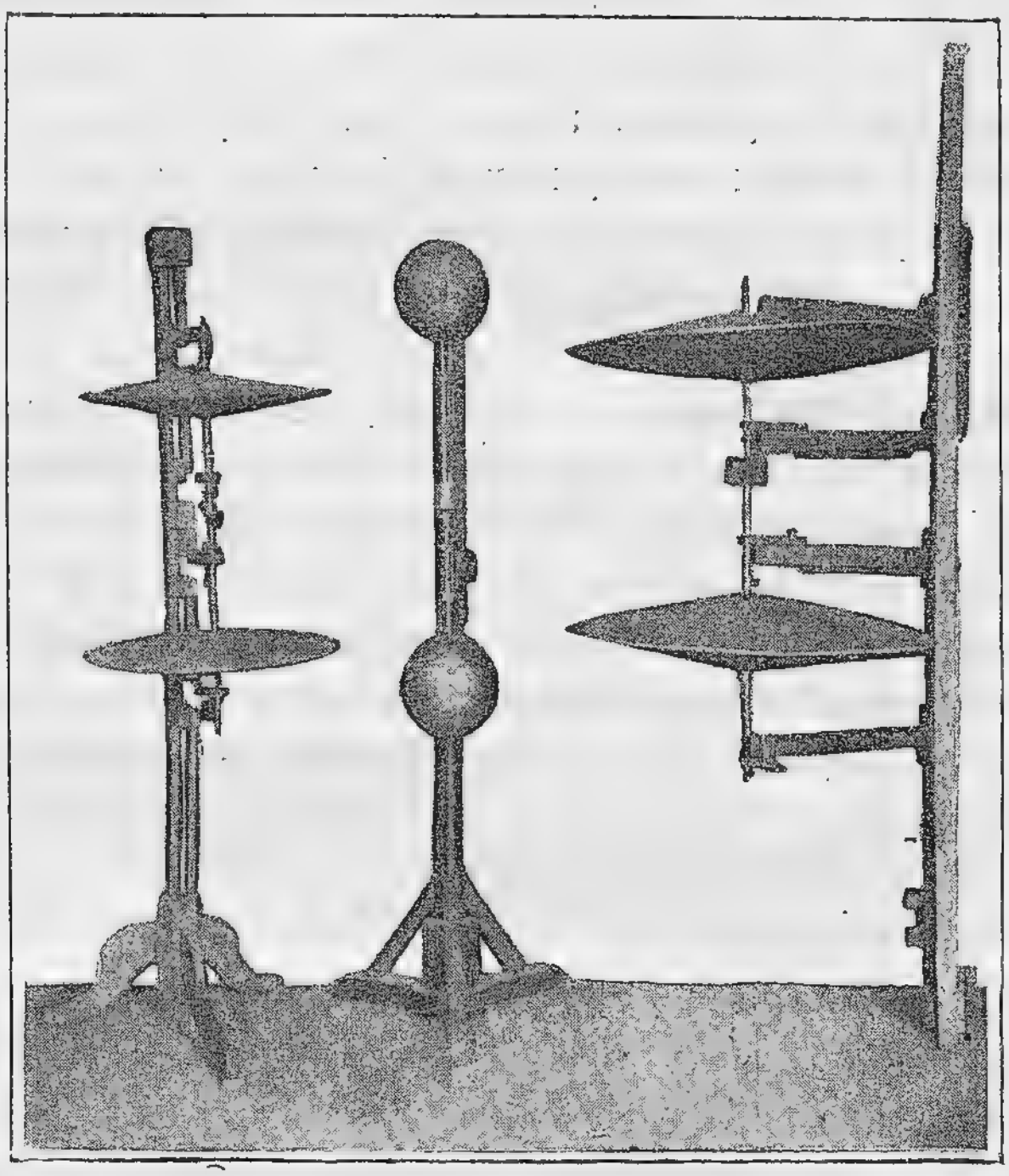

Рис. 23. Приборы первой передающей радиостанции (разрядники).

в петербургский университет, но семинаристам не было туда непосредственного доступа. А. С. подготовился к экзаменам на гимназический „аттестат зрелости“ и

с помощью этого поступил согласно своему влечению. По окончании математического отделения физ.-мат. факультета он был оставлен при университете, как выдающийся по своим способностям к физической науке, и с молодым энтузиазмом отдался занятиям в физической лаборатории. В то же время в нем начал проявляться серьезный интерес к нарождающейся электротехнике.

В начале восьмидесятых годов отчасти по своей, все нараставшей, склонности к технике, отчасти по причине необходимости обеспечить существование своей семьи А. С. решился покинуть и Петербург и университет и переселиться в Кронштадт, куда его пригласили на должность ассистента в минный класс. В этом учебном заведении преподавание было поставлено на совершенно реальную почву; требовалось ясное техническое понимание, и А. С., скоро ставший из ассистента преподавателем, много дал своим ученикам, много и сам передумал и выяснил себе в электрических явлениях. Можно по справедливости сказать, что кронштадтский минный класс был первым электротехническим учебным заведением в России, и его питомцами были поставлены первые электрические установки.

Не оставляя и физической науки, А. С. в 1887 г. участвовал в группе молодых физиков, ездивших в Красноярск для наблюдения полного солнечного затмения.

Эта двойственность в направлении умственной деятельности Попова проявилась и в главной работе его жизни—изобретении беспроволочного телеграфа: как

ученый, он понял открытия Гертца во всем их значении; как техник, он удачно справился с задачей превращения их в техническое дело. Судьба Маркони была иная; он оставался техником, изобретателем, энергичным организатором, пользуясь помощью Флеминга в научной части своей работы.

За свои труды А. С. получил от Русского Технического Общества премию (1898 г.) и звание почетного члена (1901 г.). В 1901 г. А. С. был избран профессором физики электротехнического института, поднесшего ему годом раньше звание почетного инженер-электрика. В связи с этим А. С. оставил Кронштадт, сохранив за собою руководство по оборудованию военно-морского радиотелеграфа В сентябре 1905 г. А. С. был избран директором электротехнического института. Наступившее революционное время требовало особого напряжения сил. Очутившись в трудной политической обстановке, при своей прямоте, готовности жертвовать всем, переживая глубокие душевные волнения, вызванные потрясающими событиями русско-японской войны, во время которых сошли в безвременные могилы десятки его учеников, А. С., всегда слабый здоровьем, погиб от кровоизлияния в мозг, неожиданно для всех, окружавших его, 31 декабря 1905 года по старому стилю, 46 лет от роду.

А. С. Попов похоронен в Ленинграде, на Волковом кладбище. Группою кронштадтских и ленинградских организаций был собран капитал, на проценты с которого должна была выдаваться через каждые три года, 31 декабря, премия имени Попова за лучшую работу,

Рис. 24. Антенна первой радиостанции (в гор. Хельсинки—Финляндия), начавшей работать в 1920 году.

относящуюся по своей теме к радиотехнике. Первая премия была выдана 31 декабря 1906 г. проф. В. Ф. Миткевичу за его замечательное исследование вольтовой дуги.

Маркони, деятельность которого стала сразу международною, пользуется несравненно большею славою, чем А. С. Попов. Его имя особенно гремело в течение первых 15—20 лет после изобретения беспроволочного телеграфа.

А. С., деятельность которого протекала почти исключительно в России и лишь в небольшой степени—во Франции, остался мало известным даже в нашей стране. Поговорка о пророках оказалась применимою и к этому случаю. В лучшем случае, эта осторожность в прославлении своего соотечественника об'ясняется желанием не совершить несправедливости в пылу национального увлечения. В 1908 г. в журнале Русск. Физ. О-во была напечатана статья одного нашего радиоспециалиста, ослепленного именем Маркони, в которой говорилось (о проф. А. А. Петровском): „Здесь он повторяет старую патриотическую сказку о том, что беспроволочный телеграф был изобретен А. С. Поповым“. Я, будучи тогда редактором этого журнала, пропустил эту фразу, сделав лишь к слову „сказка“ примечание, в котором отсылал к своей статье, повторяющей ту же сказку. Я полагал, что такое резкое выражение мнения, разделявшегося, как я знал, многими, создаст инцидент, могущий послужить к выяснению истины.

И действительно, в 1908 г. Физ. О-во избрало комиссию под председательством проф. Хвольсона, поручив ей выяснить приоритет Попова. Комиссия, на

основании документального обследования работ Попова, после письменных сношений с Бранли и Лоджем, пришла к заключению: „А. С. Попов по справедливости должен быть признан изобретателем телеграфа без проводов при помощи электрических волн“.

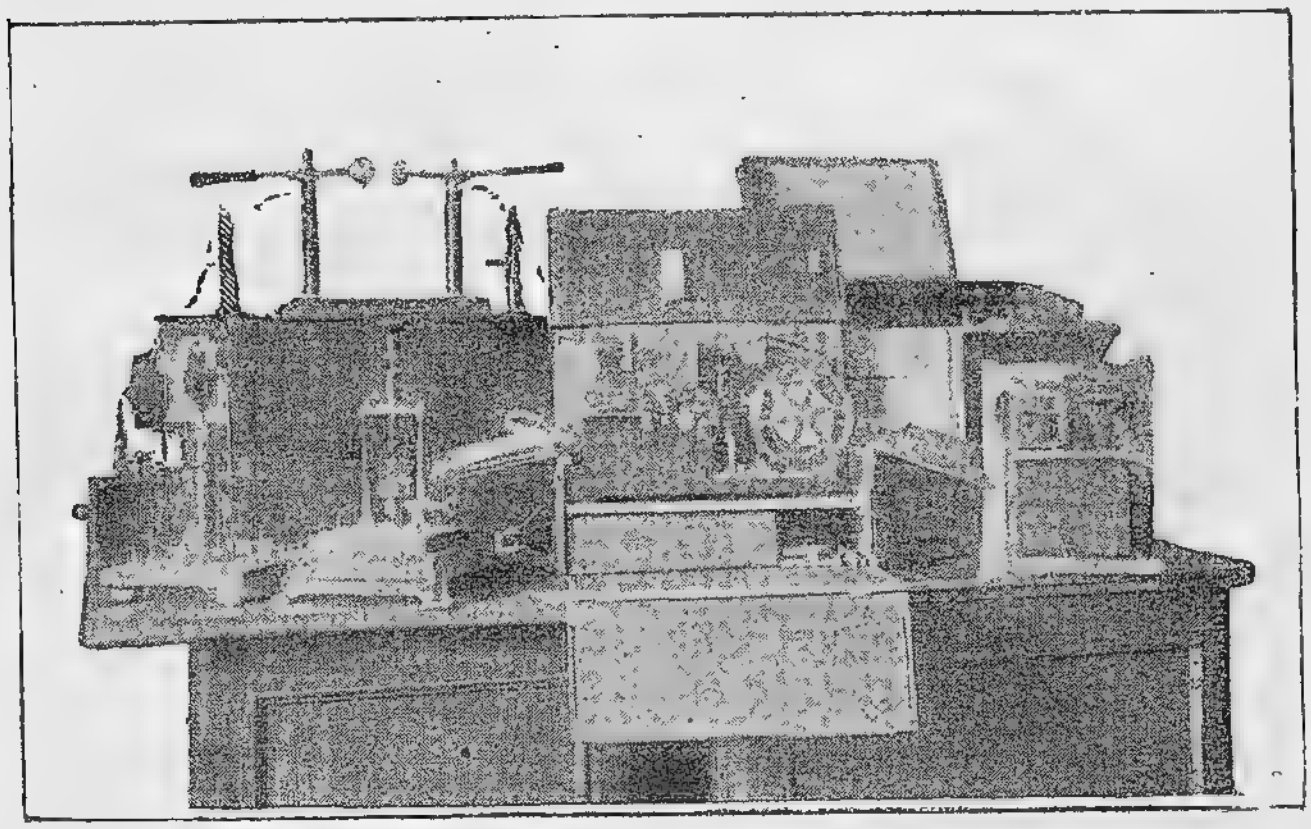

Рис. 25. Приборы первой приемной радиостанции.

Высоким и непоколебимым памятником незабвенному изобретателю является тот богатый всход, который дали брошенные им семена. Целая плеяда талантливых людей продолжает в нашей стране его дело. Достаточно напомнить, что в 1912 г., когда, после прорыва окружавшей нас блокады, мы узнали, что сделано за границей по радио за время необычайно быстрого расцвета радиотехники после мировой войны, мы могли с полной правдивостью повторить вышеприведенные слова Попова в 1897 г.: „Мы не очень отстали от других“.

И это, редкое в истории нашей техники вообще, малое отставание продолжается и до сих дней.

Радиопередача.— Если мы вычислим 1) энергию, которую отправляет мощная передающая радиостанция при подаче какого-либо сигнала, и 2) энергию, которая при этом доходит до далекой приемной, получающей этот сигнал, и разделим вторую на первую, то узнаем КПД радиосвязи. Этот КПД окажется чем-нибудь около одной миллиардной доли процента.

Современный радиоприем основывается на усилении; сигнал воспроизводится на приемной станции работою местной батареи. Энергия, подошедшая к приемной антенне, должна лишь быть достаточной для приведения в действие реле, вызывающего местную батарею к ее работе. Современные электронные реле необычайно чувствительны, требуют чрезвычайно малой энергии. И если радисту удается построить себе более чувствительное реле, удается уйти с ним еще дальше от отправительной станции, где лучи ее еще слабее, и все-таки принять ее, то при этом приеме КПД окажется, разумеется, еще меньшим. Но всякому ясно, что это нельзя будет назвать неудачей; наоборот, это будет успех, рекорд, прогресс радио.

Как и в телеграфе проволочном, малый КПД искупается большою дальностью, победою расстояния; но, как и при проволочной связи, малый КПД все же определяет дороговизну радиодепеши; и так как при радиотелеграфе он еще гораздо меньше, чем при проволочном,

то, несмотря на отсутствие проволочной линии и всех сопряженных с ней расходов, передать слово по радио еще недавно стоило приблизительно столько же, сколько по проволоке. Я не знаю, как отразится в этом отношении введенное несколько месяцев тому назад новшество — радиопередача короткими волнами, позволившее уменьшить мощность отправительной радиостанции в несколько сот раз.

Все эти соображения относятся только к случаю корреспондирования между двумя станциями. Но передающая антенна излучает во все стороны; оттого ее КПД для о д н о г о направления так мал и так быстро уменьшается с расстоянием. Но зато она может передавать „всем, всем, всем“. Тогда ее КПД повышается: при вышеприведенной величине его *), если станцию слушает миллиард приемников (на земном шаре жителей около двух миллиардов), ее КПД будет уже 1%, т.-е. тот же, что и при проволочном телеграфе. Но, конечно, это относится только к депешам мирового значения.

При проволочной связи КПД телефона выше, чем телеграфа. Это видно из того, что пользование телефоном, несомненно, демократичнее, чем телеграфом. Кроме многих факторов эксплоатационных, здесь играет роль то, что передача звука не есть передача черты; звук льется непрерывно, и линия не является работающею бесполезно, как во время проведения черты.

---

*) Весь расчет ведется лишь относительно КПД п е р е д а ч и, подобно тому, как и для случая проволоки мы рассматривали только КПД линейного генератора.

То же самое относится, и еще в большей мере, к радиотелефону. Радотелефония при передаче с широковещательной станции общеполезных или общеинтересных речей, лекций, музыки становится таким демократическим способом общения, о котором не мечтали самые пылкие друзья человечества, жившие до 1895 года.

Мы видели, что проволочный телеграф был первым случаем передачи электрической энергии по проводам; и притом таким случаем, при котором малый КПД, рассчитанный по переданной энергии, искупается победою расстояния.

Вполне естественно и радиотелеграф рассматривать, как первый случай передачи электрической энергии без помощи проводов, по методу электрических волн. Но при передаче энергии, конечно, главное значение имеет КПД; при малом КПД мы будем иметь не передачу, а растрату энергии, и мы видели, что передача энергии по проводам характеризуется гораздо большим полезным действием, чем проволочный телеграф.

КПД радиотелеграфной передачи так мал, что нужны какие-то совершенно новые методы при пользовании электрическими волнами, чтобы довести его до величины, приемлемой для передачи энергии. Прежде всего необходимо устранение свободного распространения электрических лучей во все стороны; для этого служат, как на маяках, металлические зеркала, отражающие лучи в одну сторону. Герц пользовался отражением, работая с волнами очень большой частоты,

и современная радиотехника, обращающаяся снова, как мы уже упоминали, к очень коротким волнам, начинает пользоваться гертцовыми зеркалами (маркониевская прожекторная радиотелеграфия).

Зеркало позволяет использовать в желаемом направлении одну половину излучаемой мощности, испускаемую источником в сторону, обратную *от* освещаемой цели; в маячных прожекторах вторая половина направляется помощью собирательных чечевиц.

Областная
Библиотека

Возможно ли это при радиопередаче? Какие еще новые принципы могут быть использованы? Возможно ли техническое осуществление тех экспериментальных попыток передачи энергии без проводов, помощью земли, которые показывал Никола Тесла (род. в 1857 г. в Смилье, Сербия) за несколько лет до Гертца? На это ответит только будущее.

В настоящее время мы можем лишь воображать человечество, залитое лучами энергии, в течение рабочих часов, от какой-то необычайно мощной радиостанции, поставленной на полюсе, с лучами, всегда направленными на ту полосу земли, где протекает рабочее время. Зеркала этой станции (или двух их, на обоих полюсах) должны будут вращаться против направления вращения земли, делая за сутки полный оборот; сноп ее лучей должен быть неподвижным в пространстве, или, точнее сказать, подвижным лишь постольку, поскольку требуется учесть другие движения земли, как движение ее вокруг солнца.

6 января 1925 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	Стр.
История радиотелеграфа	5
Проволочный телеграф	7
Земля	11
Подсчет работы. КПД	13
Электротехника сильных токов	15
Дальность передачи	16
Усиление (реле)	18
Телеграфия чрез океаны. Кабель	20
Электрические волны в кабеле	21
Свободные электрические волны	27
Излучение электрических волн	28
Вибратор	33
Электрический глаз	38
Предчувствия	39
1895-ый год	40
Грозоотметчик Попова	46
Дальнейшие работы А. С. Попова	48
Развитие беспроволочного телеграфа	52
Жизнь и смерть А. С. Попова	57
Радиопередача	64

06000115850

5695

Цена 50 коп.

Склад изданий в книжном магазине Из-ва МГСПС

„ТРУД и КНИГА“

Дом Союзов, Б. Дмитровка, № 1.